

DSI 5152

电动机保护测控装置

使用说明书

北京天能继保电力科技有限公司
BEIJING SKYPOWER ELECTRIC TECHNOLOGY CO., LTD.

综　　述

北京天能继保电力科技有限公司历经三年研发推出的DSI 5000系列新型厂站综合自动化产品，是基于IEC 61850建模要求及系统解决方案的全新产品，也是面向智能电网发展需求的新产品，被列为2008年北京市《中关村科技园区中小企业创新基金》支持项目，该系列产品具有我公司多项自主创新技术，也进一步体现了我公司专注于精益求精做产品的决心和能力。

DSI 5000系列产品具有如下主要特点：

- 全面高效实现IEC 61850通讯协议

DSI 5000系列产品基于IEC 61850的面向对象的设计理念，保护和控制功能完全按照IEC 61850-7-4的要求建模，完全实现了标准开放、未来可扩展、易于升级、柔性化的系统构架。

- 领先的保护、控制功能图形可编程组态实现方法

保护和控制功能模块采用面向对象的设计和编程（OOD/OOP）方法，每个模块定时扫描执行。各模块的输入和输出通过可编程图形工具由设计人员形成连接关系，并生成配置文件，配置文件通过FTP下载到装置即生成了特定功能的产品。方便的现场可编程功能，使得非标产品可以在工程现场进行输入和输出逻辑编程，以满足特殊需求。

- 高性能的软、硬件平台

采用应用于航天工程的Vxworks实时多任务操作系统实现了对CPU的综合利用，并保证了实时任务的快速响应，以满足继电保护可靠性和快速性的要求。

CPU采用Freescale公司高性能ColdFire 32位工业级处理器，主频166MHz，外扩32M　DDR、16M Flash和2M NVRAM。支持双以太网通讯，介质可采用双绞线或光纤，协议支持IEC61850及IEC60870－5－103规约；双14位A/D转换器实现同步采样；320×240 大屏幕蓝屏液晶显示器。

- 丰富灵活的自动化功能

装置以COMTRADE格式记录故障录波数据，其中录波长度、录波内容、启动方式均可配置，最长录波时间长达20秒，并可用录波数据重复再现故障状态。

基于GOOSE信息可实现操作联锁，备自投、VQC、小电流接地选线等集中类功能分布实施完成，即可靠又减少了二次设备，也大大降低了使用维护成本。

采用软对时与对时脉冲相结合或IRIG-B编码实现GPS同步授时。

- 大屏幕、指示灯可编程的友好人机界面

友好的人机界面，装置具有大屏幕汉字液晶显示和7个按键，配有人性化操作菜单，不需说明书就能很方便操作，面板上有多达18个可编程的指示灯，满足用户的不同需求。

- 极强的的抗干扰性能

装置端子直接从插件后引出，实现了强弱电的有效隔离，提高了抗干扰能力。在国家继电保护及自动化设备质量监督检验中心通过了快速瞬变4级、浪涌3级等12项EMC试验。

目　录

1 概述

1.1 适用范围

DSI 5152 电动机保护测控装置适用于 3kV~10kV 电压等级的中高压异步电动机的保护测量及控制功能。可在开关柜就地安装，也可组屏安装。

1.2 主要功能

- 磁平衡差动保护；
- 电流纵差保护（差动速断、比率差动、高值比率差动保护）；
- 启动时间过长保护；
- 速断保护、过流保护及电流反时限过流保护；
- 负序速断保护和负序反时限保护；
- 过负荷保护：出口跳闸或告警可选择；
- 过热保护；
- 零序过流保护（出口跳闸或告警可选择）、小电流接地选线；
- 零序过压保护；
- 过电压保护；
- 低电压保护；
- 本体保护功能；
- TV 断线检测、TA 断线检测及控制回路断线检测；
- 遥测、遥信、遥控功能；
- 故障录波及用故障数据再现故障状态。

2 技术参数

2.1 额定参数

- 直流电压：220V 或 110V（订货注明）；
- 交流电压 Un：100/$\sqrt{3}$V，100 V ；交流电流 In：5A 或 1A（订货注明）；
- 频率：50Hz。

注意：以下文档中 Ie 指电动机二次侧额定电流，In 指 TA 二次额定电流。

2.2 交流回路过载能力

- 施加 1.2In～2In 装置可持续工作；
- 施加 1.2Un 装置可持续工作；
- 施加 40In 持续 1s 后无绝缘损坏。

2.3 功率消耗

- 直流电压回路：在额定电压下，正常时＜10W、动作时＜15W；
- 交流电压回路：＜0.5VA/相；交流电流回路：＜0.5VA/相。

2.4 输出触点容量

- 触点容量：直流 220V 接通 5A（不断弧）。

2.5 工作电源

- 直流电源电压220V或110V，允许偏差为±20%。

2.6 保护电流电压精确工作范围

- 电流：0.1In～20In；电压：1V～140V。

2.7 主要技术指标

2.7.1 磁平衡差动保护

- 动作电流整定范围：0.1In～1.0In，级差0.01A，误差不超过±5%；
- 动作时间：在2倍动作电流定值下，动作时间＜40ms。

2.7.2 差动速断保护

- 动作电流整定范围：2In～10In，级差0.01A，误差不超过±5%；
- 动作时间：在1.5倍动作电流定值下，动作时间＜35ms。

2.7.3 比率差动保护

- 动作电流整定范围：0.1In～1.0In，级差0.01A，误差不超过±5%；
- 比率率制动系数：0.3～0.6，误差不超过±0.03；
- 二次谐波制动系数整定范围：0.1～0.3，级差0.01，误差不超过±0.02；
- 动作时间：在2倍动作电流定值下，动作时间＜40ms。

2.7.4 高值比率差动

- 动作电流定值：内部固定为1.2Ie，误差不超过±5%；
- 比率制动斜率：内部固定为0.75，误差不超过±0.05；
- 动作时间：2倍动作电流定值下，动作时间<40ms。

2.7.5 速断保护、过流保护、负序过流I段、启动时间过长保护

- 动作电流整定范围:0.2In～10In(电流速断保护整定范围0.2In～20In),级差0.01A,误差不超过±2.5%；
- 动作时间整定范围：0.0s～10s(启动时间过长为0.1s～500s，负序过流I段为0.05s～10s)，级差0.01s，误差不超过±40ms或±1%。

2.7.6 电流反时限和负序反时限

- 动作电流整定范围：0.2In～2In（负序反时限：0.05In～2In)，级差0.01A；
- 时间常数整定范围： 0.05s～10s，级差0.01s，误差不超过±50ms或±5%。

2.7.7 零序过流保护及小电流接地选线

- 动作电流整定范围：0.05A～6.0A，级差0.01A，误差不超过±20mA或±2.5%；
- 动作时间整定范围： 0.1s～100s，级差0.01s，误差不超过±40ms或±1%。

2.7.8 低电压保护、过电压保护、零序过压保护

- 过电压整定范围：100V～140V，级差0.1V，误差不超过±2.5%；
- 低电压整定范围：10V～90V，级差0.1V，误差不超过±2.5%；
- 零序过压整定范围：10V～100V，级差0.01V，误差不超过±2.5%；

- 动作时间整定范围：0.1s～100s，级差 0.1s，误差不超过±50ms 或±1%。

2.7.9 过负荷保护

- 动作电流整定范围：0.2In～2In，级差 0.01A，误差不超过±2.5%；
- 动作时间整定范围：1.0s～1000s，级差 0.1s，误差不超过±50ms 或±1%。

2.7.10 热保护功能

- 动作电流（电动机二次额定电流 Ie）整定范围：0.1In～2In，级差 0.01A；
- 过热告警水平整定范围：0.2～0.95，级差 0.01；
- 发热时间常数整定范围：1.0～6000s，级差 1；
- 散热系数整定范围：0.01～10，级差 0.01；
- 负序发热系数整定范围：3.0～10，级差 0.01；
- 理论计算值与实测值误差不超过±0.1s 或±5%。

2.7.11 本体保护

- 设有两路本体保护，跳闸或告警可选；
- 延时整定范围：0.1s～1000s，级差 0.1s，误差不超过±50ms 或±1%。

2.8 绝缘性能

2.8.1 绝缘电阻

- 装置所有电路与外壳之间绝缘电阻在标准实验条件下，不小于 100MΩ。

2.8.2 介质强度

- 装置所有电路与外壳的介质强度能耐受交流 50Hz，电压 2kV（有效值），历时 1min 试验，而无绝缘击穿或闪络现象。当复查介质强度时，试验电压值为规定值的 75%。

2.9 冲击电压

- 装置的导电部分对外露的非导电金属部分及外壳之间，在规定的试验大气条件下，能耐受幅值为 5kV 的标准雷电波短时冲击检验。

2.10 抗干扰能力

- 装置能承受 GB/T14598.13－1998 规定的严酷等级为Ⅲ级的振荡波干扰试验；
- 装置能承受 GB/T14598.14－1998 规定的严酷等级为Ⅳ级的静电放电干扰试验；
- 装置能承受 GB/T14598.9－2002 规定的严酷等级为Ⅲ级射频电磁场辐射干扰试验；
- 装置能承受 GB/ T14598.10－1996 规定严酷等级为Ⅳ级电快速瞬变脉冲群干扰试验；
- 装置能承受 GB/T17626.5－1999 规定的严酷等级为Ⅲ级的浪涌干扰试验；
- 装置能承受 GB/T17626.6－1998 规定的严酷等级为Ⅲ级的射频传导干扰试验；
- 装置能承受 IEC 60255-22-7:2003 规定的严酷等级为 A 级的工频干扰试验；
- 装置能承受 GB/T17626.8－1998 规定的严酷等级为Ⅴ级的工频磁场干扰试验；
- 装置能承受 GB/T17626.9－1998 规定的严酷等级为Ⅳ级的脉冲磁场干扰试验；
- 装置能承受 GB/T17626.10－1998 规定严酷等级为Ⅳ级阻尼振荡磁场干扰试验；
- 装置能满足 GB/T14598.16－2002 规定的传导发射限值要求；
- 装置能满足 GB/T14598.16－2002 规定的辐射发射限值要求。

2.11 机械性能

- 工作条件：装置能承受严酷等级为 1 级的振动响应、冲击响应检验；
- 运输条件：装置能承受严酷等级为 1 级的振动耐久、冲击耐久及碰撞检验。

2.12 环境条件

- 环境温度

  工作：-10℃～＋50℃；

  贮存：-25℃～＋70℃，在极限值下不施加激励量，装置不出现不可逆变化，温度恢复后装置应能正常工作；
- 大气压力：86～106KPa（相当于海拔高度 2km 及以下）；
- 相对湿度：不大于 95%，无凝露；
- 其它条件：装置周围的空气中不应含有带酸、碱、腐蚀或爆炸性的物质。

3 装置硬件

3.1 装置结构

本装置结构采用嵌入式安装方式，箱后接线；机箱为 6U、1/3×19 英寸前后插相结合的机箱结构，采用防水、防尘、抗振动设计，外壳封闭，适合安装于开关柜等环境条件较为恶劣的现场运行，机箱面板为整面板形式，面板上包括汉化液晶显示器、信号指示灯、操作键盘，采用先进的工业美学设计，美观大方，使用方便。机箱外形及开孔见图 3－1，端子具体定义见附图 3。

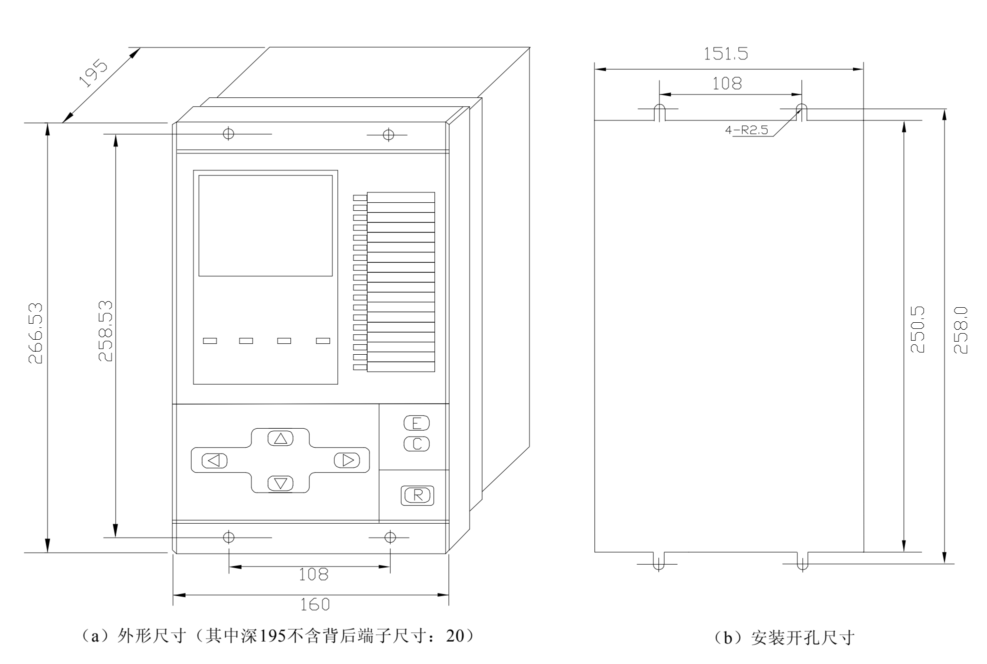


图 3－1 装置外形尺寸及安装开孔尺寸

3.2 硬件说明

本装置硬件平台包括 3 个功能插件，从左到右依次为模拟量采集及转换插件、基本 I/O 及电源插件、扩展输出及操作回路插件；另外有人机对话板、主板及背板。

3.2.1 装置硬件构成图

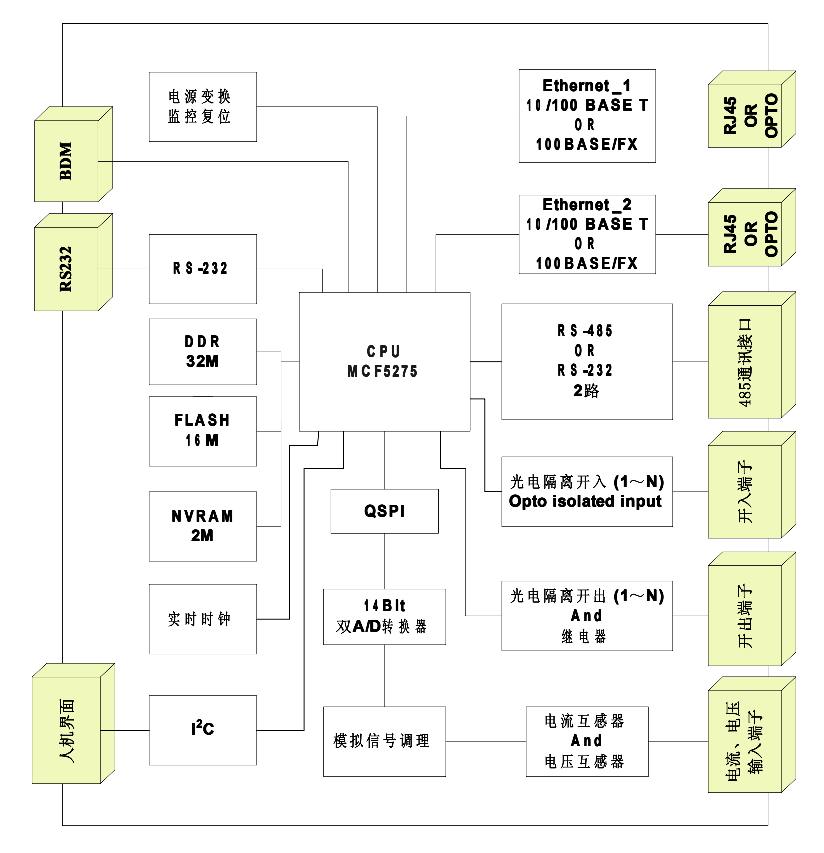


图 3－2 装置硬件构成图

3.2.2 主板

主板是整个装置的核心，CPU 采用 Freescale 公司高性能 ColdFire® V2 内核的 32 位微处理器 MCF5275，可在 166 MHz 的时钟频率下提供高达 159 MIPS 的处理能力(Dhrystone 2.1)，且低功耗。MCF5275 较先前的器件增添了一些模块：包括第二个 10/100M 以太网通讯控制模块和硬件加密模块，一个增强型乘加运算单元（eMAC），再加上 64 KB 片内静态存储器和用户可定义的 16 KB 片内高速缓存（Cache），这些可以使系统性能大幅度提高而成本全面降低。

主板外扩 32M DDR 用于程序运行和临时数据存储，16M FLASH 用于存储应用程序、配置文件及录波数据等信息。2Mbytes 的 NVRAM 可以实现对录波数据、事件记录、告警记录等信息实现掉电保持；高精度的实时时钟；10/100M 自适应的双以太网支持 RJ45 或 FX100 光纤接口。

另外，主板采用了六层印制板及表面封装工艺，全自动流水线焊接，外观小巧，结构紧凑，大大提高了装置的可靠性及抗电磁干扰能力。

3.2.3 模拟量采集及转换插件

模拟量采集及转换插件完成模拟量的采集并经 A/D 转换成数字量输出供 CPU 计算用，板上设有模拟量输入变换器，用于将模拟量信号隔离变换为小电压信号，经调整后输入到 A/D，A/D 转换精度为 14 位。

当采用 ECT、EUT 实现采样值传输时，更换为智能模拟量采集插件，支持双以太网方式获得 MU 的实时数据。

模拟量采集原理图见附图 1。

3.2.4 基本 I/O 及电源插件

基本 I/O 及电源插件提供由外部直流 220V（110V）或交流 220V 输入，3 路直流电压输出的开关电源；4 路 DC24V 的无源开关量输入、10 路 DC220V 外置的有源开关量输入。其中 24V 开关量输入用于屏（柜）内近距离信号或其它弱电压的信号采集；DC220V 有源开关量输入用于较远距离信号采集，具有更好抗干扰能力。

支持 5 路开关量输出，即可用于驱动操作回路又可用于信号输出。

3.2.5 扩展输出及操作回路插件

本插件扩展了 7 路经各种安全闭锁的开关量输出及一个断路器的操作回路。所有开关量输出超过 5A（DC220V）的接通容量设计，使其适应多种应用。其原理图见附图 2。

3.2.6 人机对话板

人机对话板通过高分辨率的汉化液晶与 7 个操作键盘实现人机信息交互，液晶界面友好，操作便捷。同时提供 22 个 LED 指示灯，除 4 个已有明确定义外的 18 个可现场编程应用。

人机对话板采用高速串行总线与主板连接，保证了装置的可靠性。

3.2.7 背板

实现各插件之间电信号的相互连接。

4 工作原理

DSI 5152 电动机保护测控装置的保护功能采用标准功能模块可编程配置实现，拥有不同的任务优先级及扫描周期的各模块协调工作，完成本装置的所有功能，分别叙述如下。

4.1 启动元件（DeltaStr）

保护启动功能采用“启动元件（DeltaStr）” 模块实现，采用相电流突变量启动。当任意一相电流突变时启动元件动作，而所有保护均未动作，启动元件经 0.6s 后自动复归；当系统有故障时，启动元件动作并自保持，开放保护的同时启动继电器（QDJ）动作，其触点接通出口继电器正电源（24V）；当系统恢复正常所有保护均返回后，经时间 0.6s 后整组复归。启动元件动作逻辑框图见图 4-1。

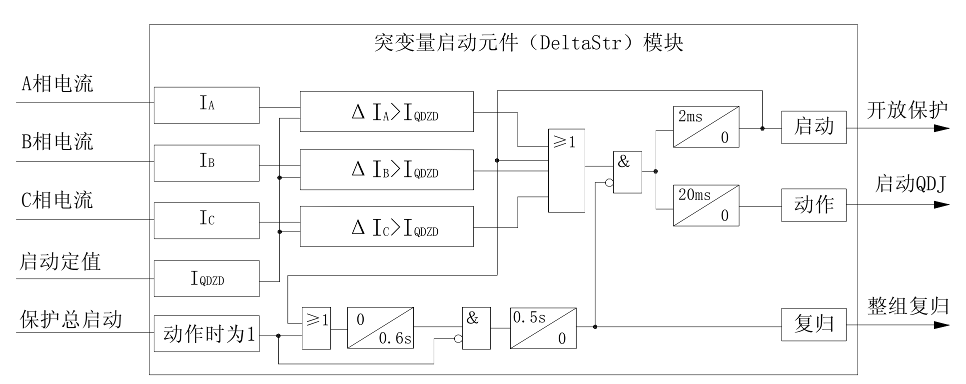


图4-1 启动元件逻辑框图

4.2 电动机状态监视(Motorstat)

电动机状态监视采用“电动机状态监视功能(Motorstat)”模块实现，完成对电动机停机

状态、电动机启动状态、电动机运行状态监视，根据电动机的状态调整保护电流、延时等定值。

当最大相电流小于 0.1A 时认为电动机处于电动机停机状态；在电动机处于停机状态时，最大相电流大于 2.5I_e且断路器合位=1 分位=0（或有电动机运行状态输入）则判电动机处于启动状态；在电动机处于启动状态且经 0.2S 后若最大相电流小于 I_e且大于 0.1A 时，则判定电动机处于运行状态，I_e为电动机的额定电流，其原理框见图 4-2。

装置设有电动机启动结束开入端子 C_9，当此端子接入+220V，保护跳过电动机启动过程，电动机直接处于正常运行状态。本端子只在测试时使用。

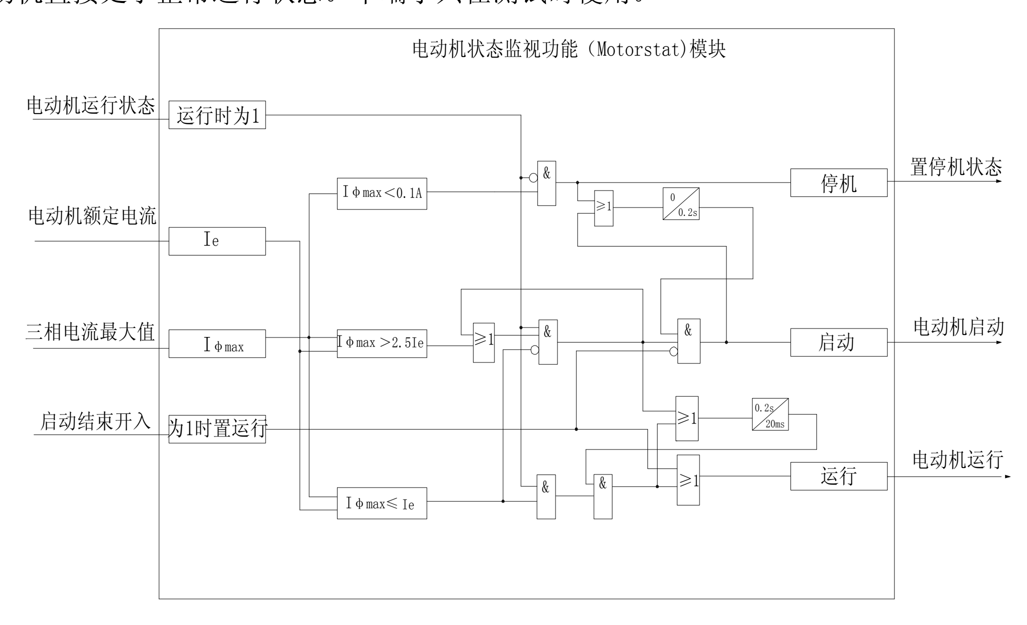


图4-2 电动机状态监视原理框图

4.3 差动保护（PDIFf）

差动保护是电动机相间短路和匝间短路的主保护，该保护采用“电动机差动保护（PDIFf)”模块实现，该模块集成了磁平衡差动保护，差电流速断保护、比率差动保护、高值比率差动保护及差流报警功能，其原理框图见图 4-6。

4.3.1 磁平衡差动保护（PDIFf）

磁平衡差动保护俗称“小差动保护”，当电动机安装磁平衡式电流互感器时，可投入磁平衡式差动保护。当投入磁平衡式差动保护时，自动退出差动速断保护、比率差动保护、高值比率差动保护及差流越限告警功能。

磁平衡差动保护的各相磁平衡电流 Icph 从装置中性点侧电流回路(端子 E13～E18）输入。该电流取自磁平衡电流互感器二次侧电流，在电动机正常运行或外部发生短路时，电动机各相始端和终端电流一进一出流过磁平衡电流互感器的环形窗口，一次安匝为零，二次无输出（Icph=0)，保护可靠不动作。可见，磁平衡式差动保护将从根本上解决电动机自启动和外部短路暂态过程中的误动作问题。其原理框图见图 4-6，动作方程为：

Icph＞Icdzd

式中： Icdzd－磁平衡差动电流定值。

4.3.2 差动速断保护（PDIFf）

当任一相差动电流的最大值大于差动速断电流整定值（Isdzd）时瞬时动作于出口继电器，

在电动机启动过程中通过整定控制定值选择退出本保护；通过整定控制定值选择延时 120ms 出口，以躲过电动机启动过程中瞬时暂态峰值电流，提高保护的可靠性。启动结束后，保护无延时。其原理框图见图 4-6.

4.3.3　比率差动保护（PDIFf）

差动保护采用传统比率差动原理，其动作方程为：

$$\begin{cases} I_d > I_{cdqd} \ \text{当}\ I_r \leq I_e \\ \text{or} \\ I_d > I_{cdqd} + K_{bl}(I_r - I_e) \ \text{当}\ I_r > I_e \end{cases}$$

式中：$I_d=|i_{T}+i_{N}|$　　差动电流；

$I_r=[|i_T|+|i_N|]/2$　制动电流；

i_T、i_N 电动机机端电流、中性点电流向量；

Icdqd　　差动定值；

K_{bl}　　比率制动系数；

I_e　　电动机额定电流（二次值）。

比率差动保护能保证外部短路不动作，内部故障时有较高的灵敏度，具有二次谐波闭锁、TA 饱和及 TA 断线闭锁功能。其差动动作特性见图 4-3.

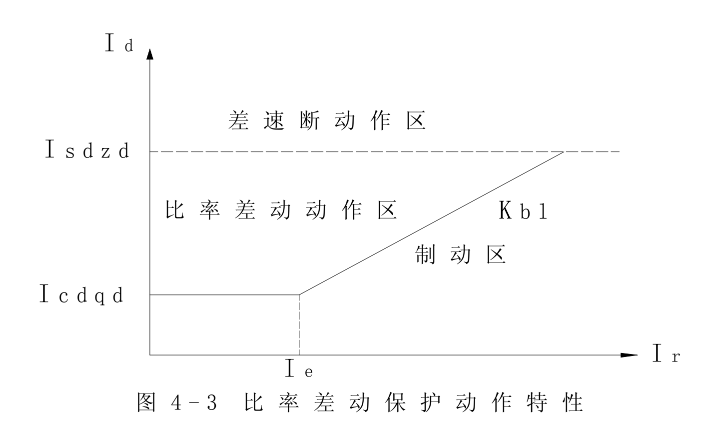


图 4－3　比 率 差 动 保 护 动 作 特 性

在电动机启动过程中，通过整定控制定值选择退出本保护；通过整定控制定值选择延时 120ms 出口，以躲过电动机启动过程中瞬时暂态峰值电流，提高保护可靠性。启动结束后，保护无延时。其原理框图见 4-6。

4.3.4　高值比率差动保护（PDIFf）

为防止区内严重故障时电流互感器（TA）出现饱和引起比率差动保护不能快速动作，装置除了有差速断保护外还设有一高制动系数和高启动定值的比率差动保护。该保护无 TA 饱和判据，经差电流二次谐波闭锁。利用其比率制动特性抗区外故障时 TA 的暂态饱和及稳态饱和，而在区内故障 TA 饱和时也能可靠正确的快速动作。其动作特性见图 4-4，动作方程为：

$$\begin{cases} I_d > 1.2 I_e \\ \& \\ I_d > 0.75 I_r \end{cases}$$

式中：I_d、I_r、Ie—含义同 4.3.3 规定。

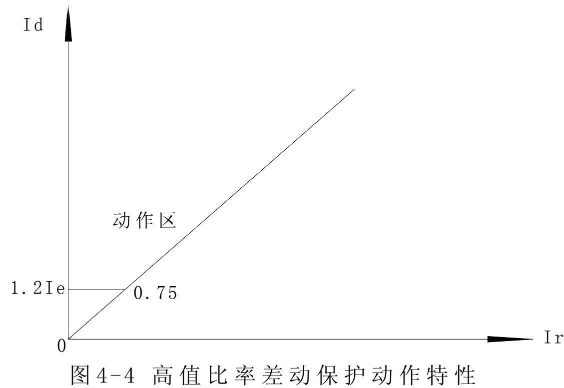


图4-4 高值比率差动保护动作特性

在电动机启动过程中，通过整定控制定值选择退出本保护；通过整定控制定值选择延时120ms出口，以躲过电动机启动过程中瞬时暂态峰值电流，提高保护可靠性。启动结束后，保护无延时。其原理框图见4-6。

4.3.5 差流越限告警（PDIFf）

在差流报警功能投入时，满足动作判据后经5s延时发出差流越限报警信号。差流越限报警不闭锁差动保护，差流越限消失后经0.5s延时返回。其动作特性见图4-5，动作方程为：

$$\begin{cases} I_d > I_{bjzd} \\ \& \\ I_d > 0.18 I_r \end{cases}$$

式中Id、Ir含义同4.3.3规定；Ibjzd为差流越限告警定值。

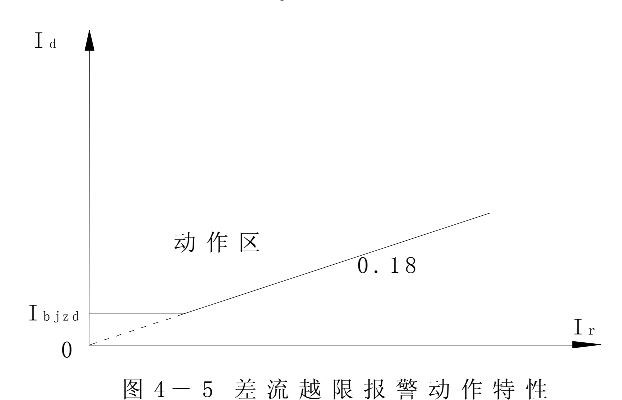


图4－5 差流越限报警动作特性

4.3.6 差动保护原理框图

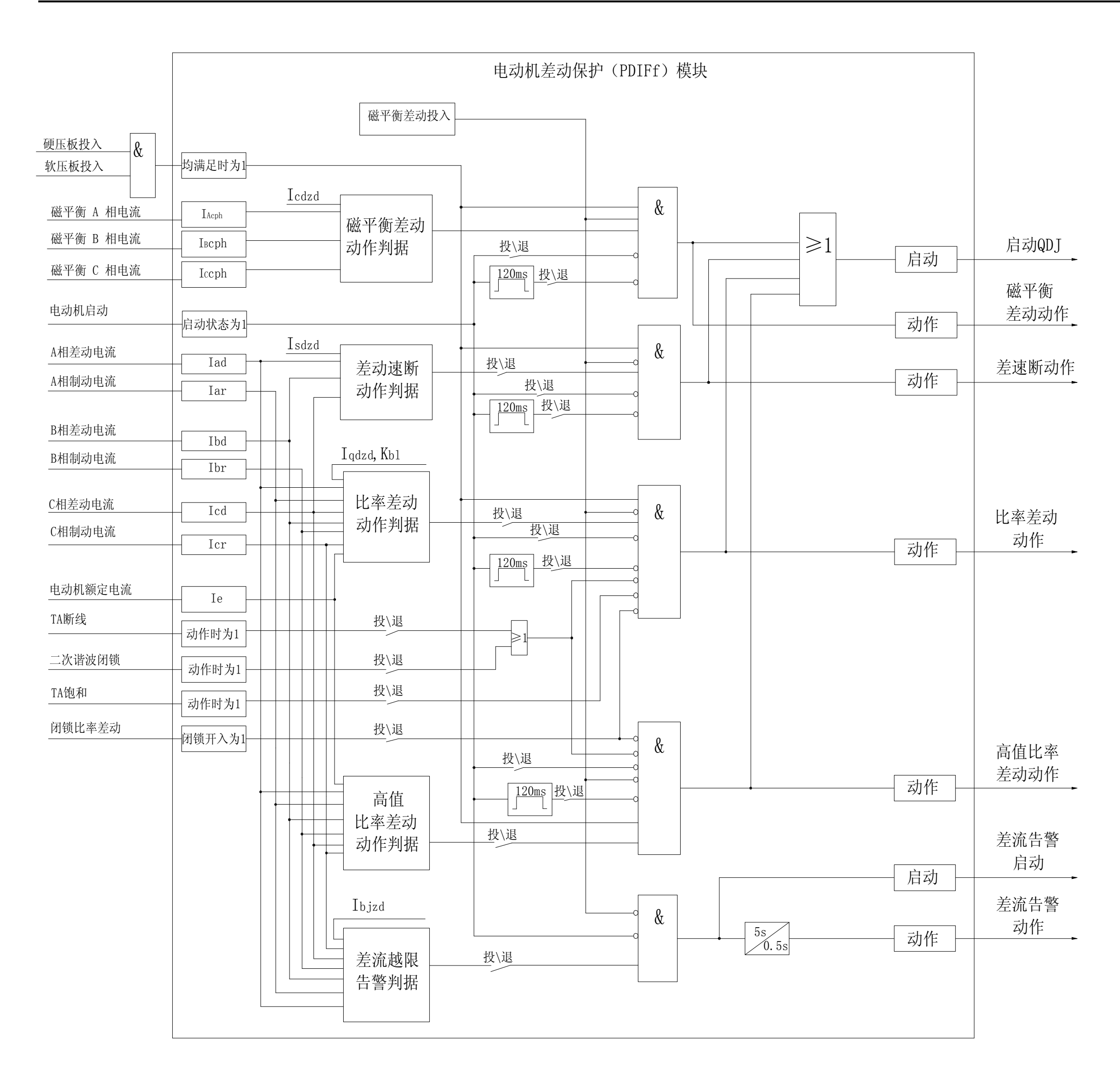


图4-6差动保护（磁平衡差动、差速断、比率差动、高值比率差动及差流告警）原理框图

4.3.7　二次谐波电流闭锁元件（PHARa）

二次谐波电流闭锁元件采用“励磁涌流（PHARa）”模块实现。装置采用三相差动电流中的二次谐波与基波的比值作为励磁涌流闭锁判据。其动作方程为：

$I_2 > K_{2xb} \cdot I_1$

式中：I_1、I_2—每相差动电流中的基波、二次谐波；

K_{2xb} —二次谐波制动系数整定值。

程序中依次按每相判别，当任一相满足动作方程时，闭锁三相比率差动保护。

二次谐波闭锁元件原理框图见图 4－7。

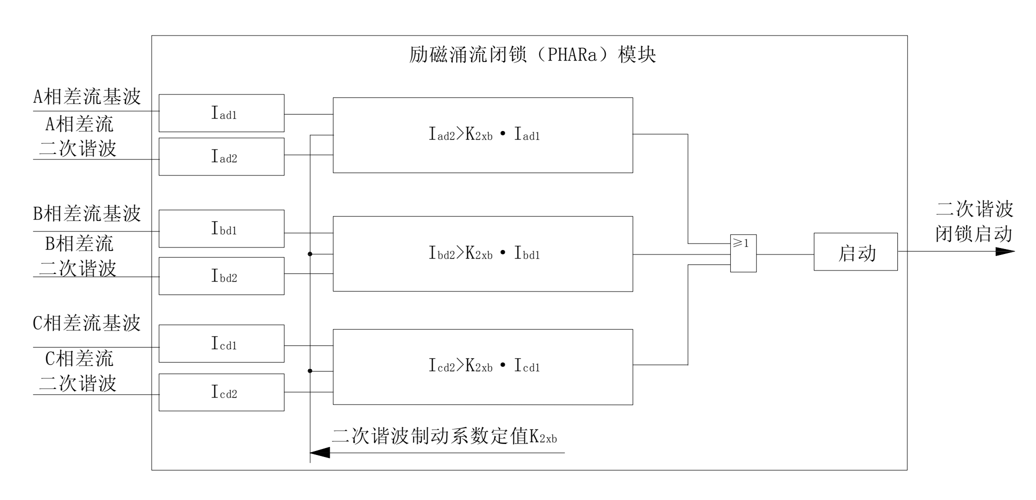


图4－7　二次谐波闭锁元件原理框图

4.3.8　TA 饱和闭锁元件动作判据（TASatu）

TA 饱和闭锁元件采用“TA 饱和检测（TASatu）”模块实现。为防止在区外故障时 TA 的暂态饱和（谐波分量主要是二次谐波）与稳态饱和（主要是三次谐波）时可能引起比率差动保护误动作 ，装置采用各相差动电流中的二次谐波和三次谐波作为 TA 饱和判据，其动作方程为：

$$\begin{cases} I_{d2} > K_2 \cdot I_{d1} \\ OR \\ I_{d3} > K_3 \cdot I_{d1} \end{cases}$$

式中：I_{d1}、I_{d2}、I_{d3}—各相差动电流中的基波、二次谐波、三次谐波；

K_2、K_3 —二次谐波、三次谐波比例常数，装置内部固定。

故障发生时，利用差电流工频变化量和制动电流工频变化量是否同步出现，先判出是区内故障还是区外故障，如区外故障投入 TA 饱和闭锁判据，可防止 TA 饱和引起比率差动保护误动作。区内故障判据为：

$$\begin{cases} \Delta I_d > 0.2I_e \\ \Delta I_d > 0.5\Delta I_r \end{cases}$$

式中：ΔI_d、ΔI_r—差动电流和制动电流的工频变化量；

I_e—电动机额定电流。

程序中依次按相判别，当满足 TA 饱和动作判据时动作，闭锁三相比率差动保 TA 饱和闭锁元件原理框图见图 4－8。

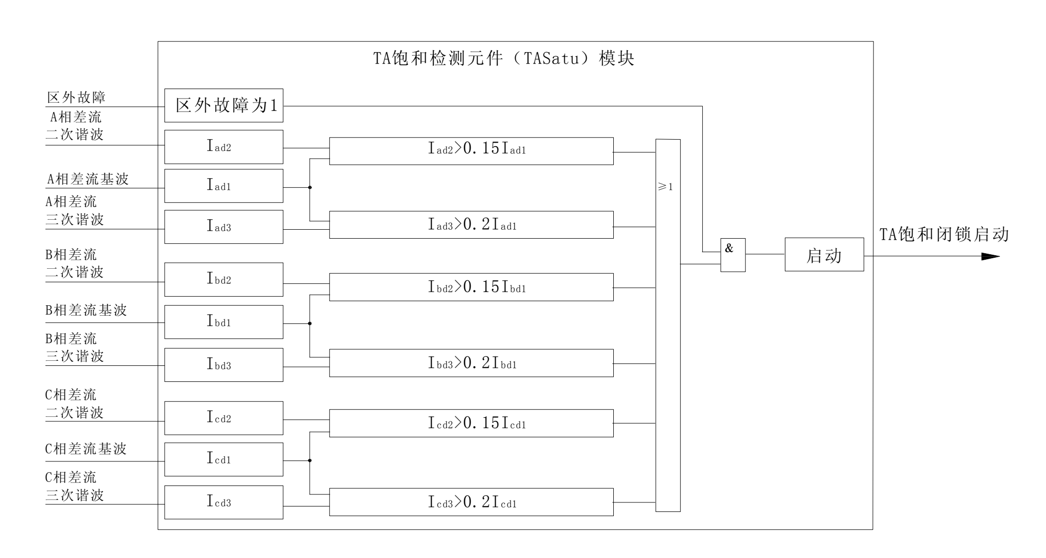


图4－8 TA饱和闭锁元件原理框图

4.3.9 电动机两侧 TA 断线闭锁元件（TAFault）

为防止电流互感器（TA）二次侧断线可能引起比率差动保护误动，装置设有 TA 断线闭锁元件。TA 断线闭锁元件采用“电动机各相 TA 断线检测（TAFault）”模块实现，并可经控制定值选择在 TA 断线时闭锁或不闭锁保护。

TA 断线判据为：当某相只有一侧电流有突变，突变量ΔI＞0.5A；突变后电流减小到原来的 0.5 倍并且小于 0.04In，则判为该相该侧 TA 断线。

在启动元件动作后，保护程序首先判别 TA 断线，当满足 TA 断线动作判据后，若此时三相差动电流小于 1.2In 时，瞬时发出闭锁保护信号，并经 2s 延时发告警信号。当启动元件返回后，若差流越限告警元件在动作状态，则 TA 断线闭锁元件仍保持在动作状态，直至差流越限告警元件返回后，TA 断线闭锁保护信号立即返回，告警信号延时 10s 返回。TA 断线闭锁元件逻辑框图见图 4－9。

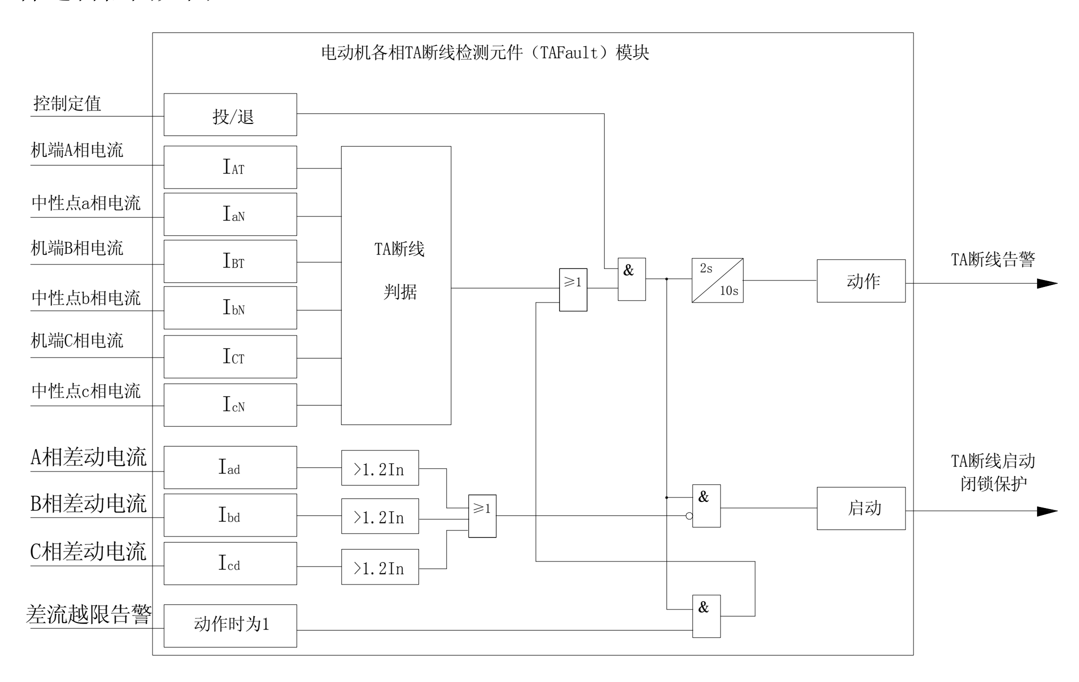


图4-9 电动机两侧TA断线检测元件原理框图

4.4　电动机启动时间过长（启动堵转）保护（PTOCa）

电动机启动时间过长保护采用“多时限过流保护（PTOCa）”模块实现，通过整定时限使能定值 EnableT 选择保护功能投退。其原理框图见图 4-10。

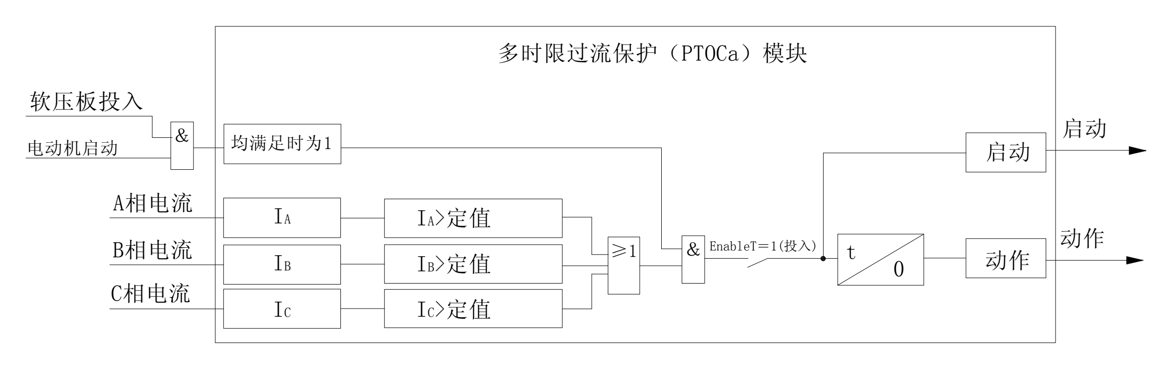


图4－10　启动时间过长保护原理框图

4.5　电流速断保护、过流保护（PIOCg）

电流速断保护用于保护电动机相间短路保护，为保证电动机运行中保护有较高的灵敏度，电流速断保护分启动时速断保护和运行时速断保护，启动时速断保护动作电流定值按躲过电动机的启动电流整定。过流保护作为电流速断保护的后备保护，可为电动机启动时间过长和运行中堵转提供保护。电流速断保护和过流保护均分别采用“瞬时过流保护（PIOCg）”模块实现。速断保护原理框图见图 4-11（过流保护原理框图同电流速断保护）。

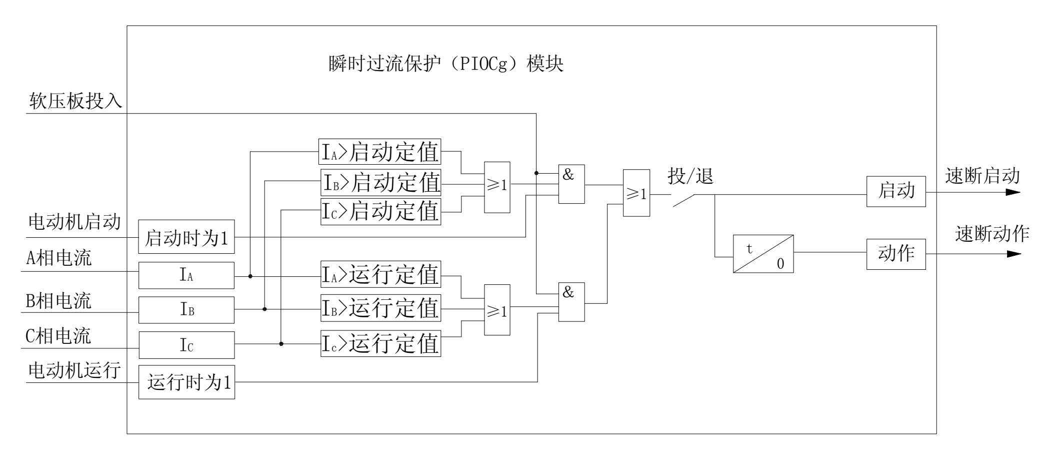


图4-11　速断保护原理框图（过流与速断同）

4.6　反时限过流保护（PTOCf）

该保护采用“电动机反时限过流保护（PTOCf)”模块实现，通过整定动作曲线定值 TmACrv 可选择反时限特性符合 IEC255-3 标准第三部分定义的三种反时限特性曲线的任一种。三种反时限特性方程为：

一般反时限：　$$t = \frac{0.14\tau}{(I/I_p)^{0.02}-1}$$

非常反时限：　$$t = \frac{13.5\tau}{(I/I_p)-1}$$

极端反时限：　$$t = \frac{80\tau}{(I/I_p)^{2}-1}$$

式中：I—过流动作电流；

I_p—电流基准值（整定值）；

τ—时间常数。

在电动机启动过程中，反时限过流动作电流定值为 KIp（K 为电动机启动电流倍数，Ip 为反时限动作整定值）以躲过电动机的启动电流；当电动机启动结束后，自动转为正常运行时的反时限过流保护。其原理框图见图 4-12。

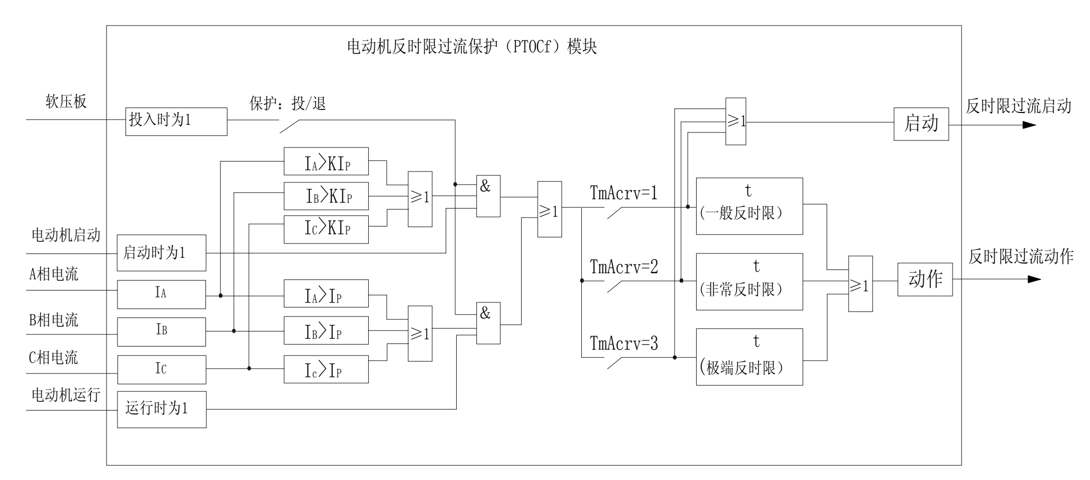


图4-12 反时限过流保护原理框图

4.7 两段负序电流保护（PTOCa、PTOCd）

装置设两段式负序过流保护，分别对电动机反相、断线、匝间短路以及较严重的电压不对称等异常运行状态提供保护，其中 I 段负序过流保护为负序速断保护，为不平衡保护的主保护，动作于跳闸；负序过流 II 段为不平衡保护的后备保护，可通过控制定值 Opsel 选择跳闸或告警，保护时限特性可由控制定值选择定时限或反时限，反时限特性符合 IEC-3 反时限特性的三种曲线，三种反时限特性方程见 4.6 规定。

本装置负序电流的计算方法采用通过 A、C 相电流计算。负序过流 I 段采用“多时限过流保护（PTOCa）”模块实现，其原理框图见图 4-13。负序过流 II 段采用“反时限出口可选分相过流保（PTOCd）”模块实现，其原理框图见图 4-14。

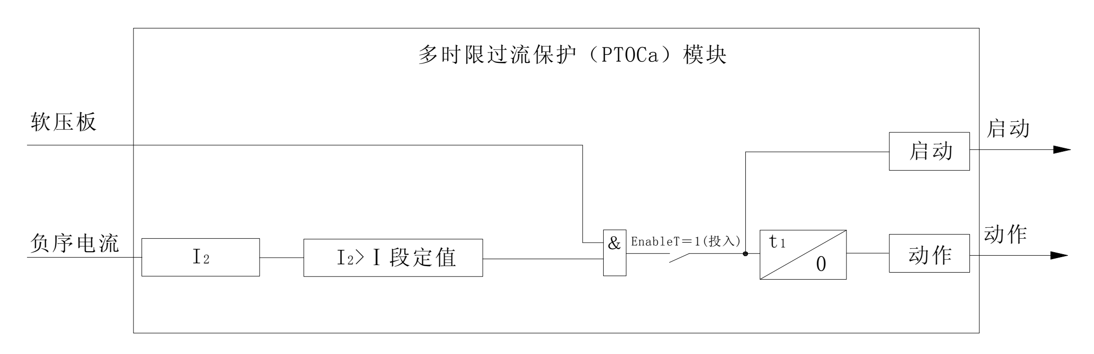


图4－13 负序过流I段保护原理框图

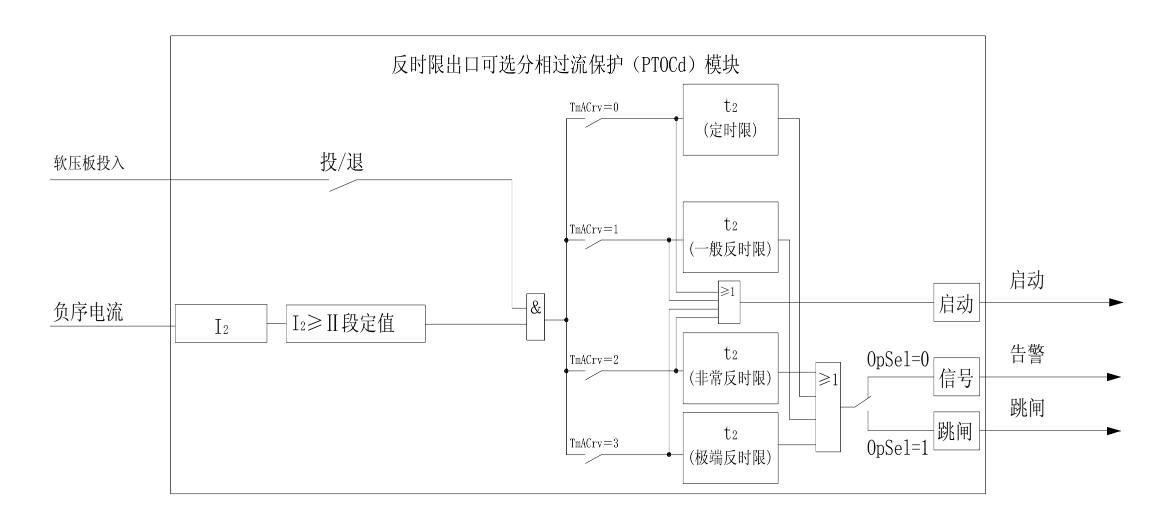


图4－14 负序过流II段保护原理框图

4.8 零序过流保护（PTOCb）及小电流接地选线（PSDE）

零序过流保护适用于不接地或小电流接地系统，在系统中发生接地故障时，其接地故障点零序电流基本为电容电流，当电容电流较大时可采用零序过流保护；当零序电流幅值很小，用零序过流来保护接地故障很难保证其选择性。因此，在本装置中接地保护实现时，由于各装置通过网络互联，信息可以共享，故采用比较同一母线上各回路零序过流基波（$3I_{01}$）或五次谐波（$3I_{05}$）幅值和零序功率方向的方法来判断接地回路，并通过网络下达接地试跳命令来进一步确定接地回路。

零序功率方向原理的小电流接地选线通过整定控制定值 HaiMod，选择基波电流、电压或五次谐波电流、电压判方向。故障相电容电流落后于零序电压 90°，而非故障相电容电流超前零序电压 90°，以此决定零序功率方向的接地选线原理，可准确的选出接地回路。

零序过流保护原理采用“多时限出口可选过流保护（PTOCb）”模块实现,可通过控制定值 OpSel 选择跳闸或告警,其原理框图见图 4－15；小电流接地选线采用“小电流接地选线（PSDE）”模块实现。其原理框图见图 4－16。

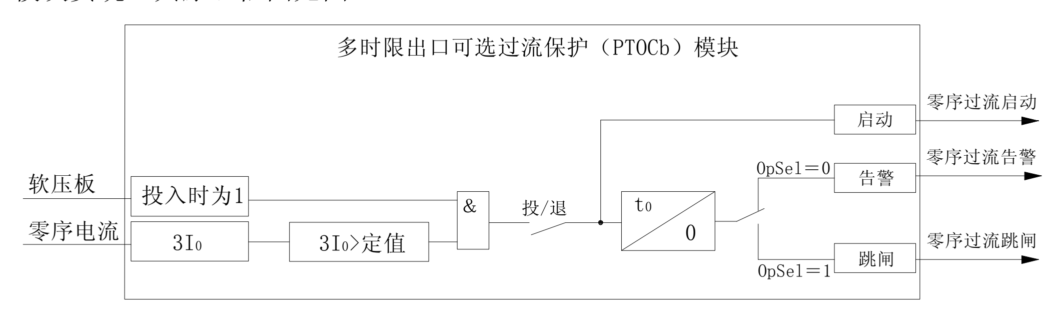


图4－15 零序过流保护原理框图

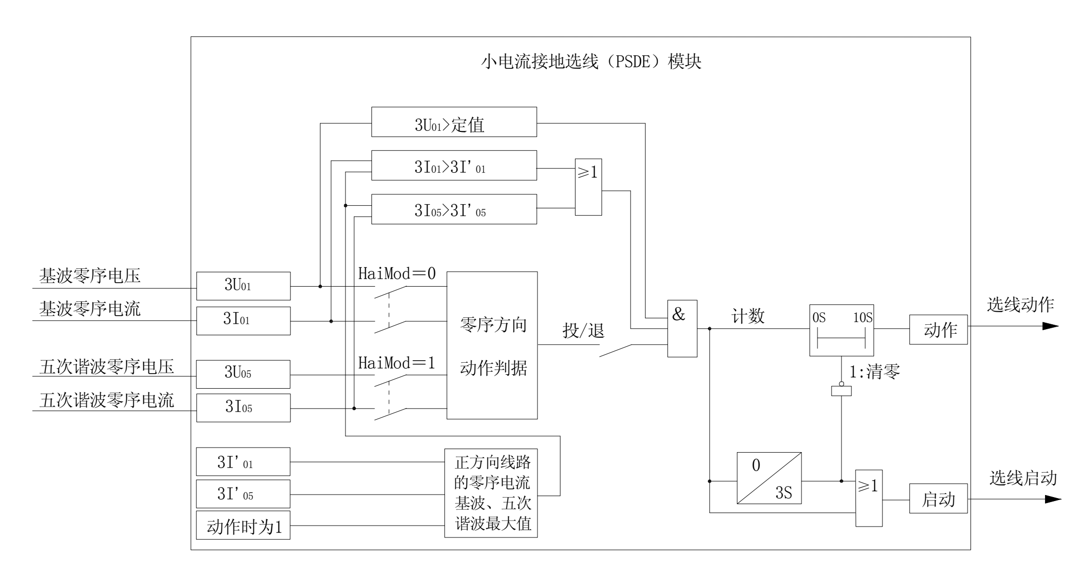


图4－16 小电流接地选线原理框图

4.9 零序过压保护（PTOVa）

该保护可作为定子零序电压保护，定子零序电压保护反应电动机定子接地引起的基波零序电压，可保护电动机 85%～95%的定子统组单相接地故障。

零序电压保护采用“多时限出口可选过电压保护（PTOVa）”模块实现，通过整定控制定值 Opsel 可选择出口跳闸或告警。其原理框图见图 4-17。

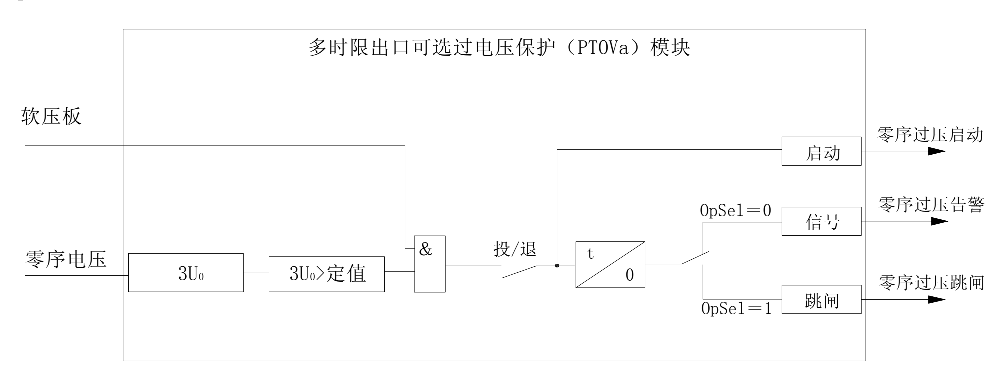


图4－17　零序过压保护原理框图

4.10 过负荷保护（PTOCb）

过负荷保护采用“多时限出口可选过流保护（PTOCb）”模块实现。该保护在电动机启动状态下自动退出，在运行状态自动投入。保护出口经控制定值 Opsel 选择告警或跳闸，其原理框图见图 4-18。

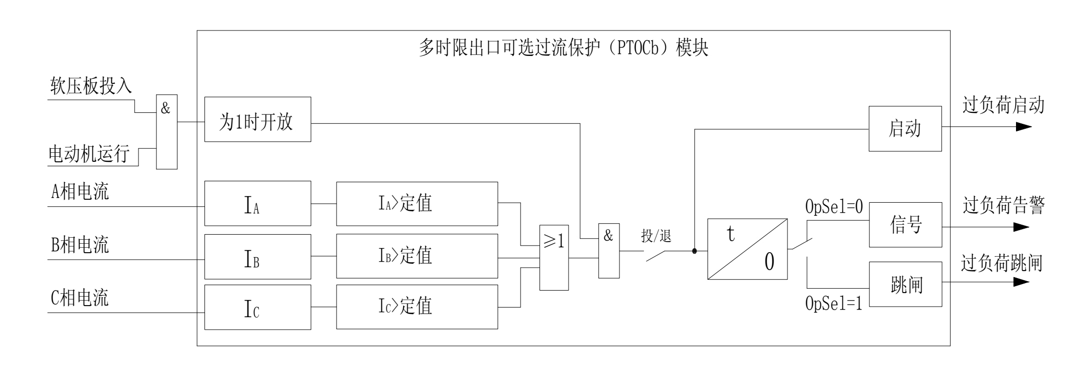


图4－18　过负荷保护原理框图

4.11　过电压保护（PTOVc）

过电压保护采用“多时限过电压保护（PTOVc）”模块实现，过电压保护加有断路器合位判据（即电动机运行状态）。其原理框图见图 4－19。

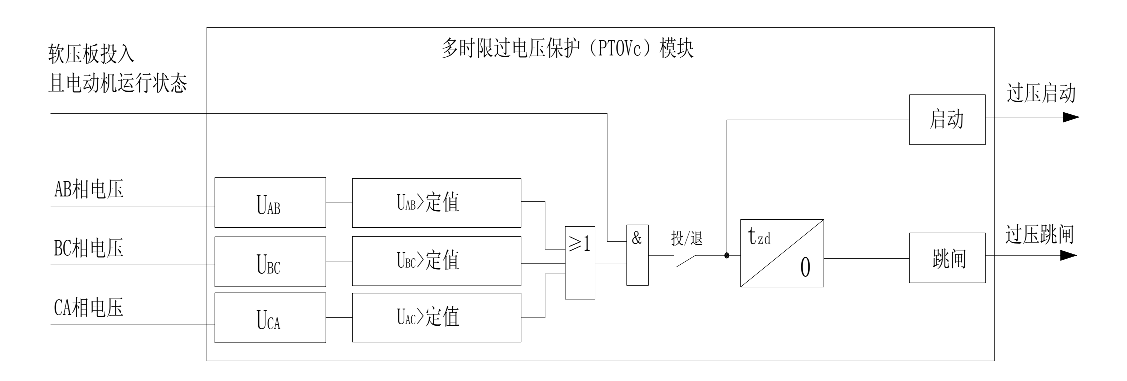


图4－19　过电压保护原理框图

4.12　低压保护（PTUVa）

该保护采用“低电压保护（PTUVa）”模块实现。当作为失压保护时，为避免 TV 断线引起低电压保护误动，增加了有流闭锁条件；当作为低压保护时，本模块能自动识别 TV 三相断线而不误动作。其原理框图见图 4－20。

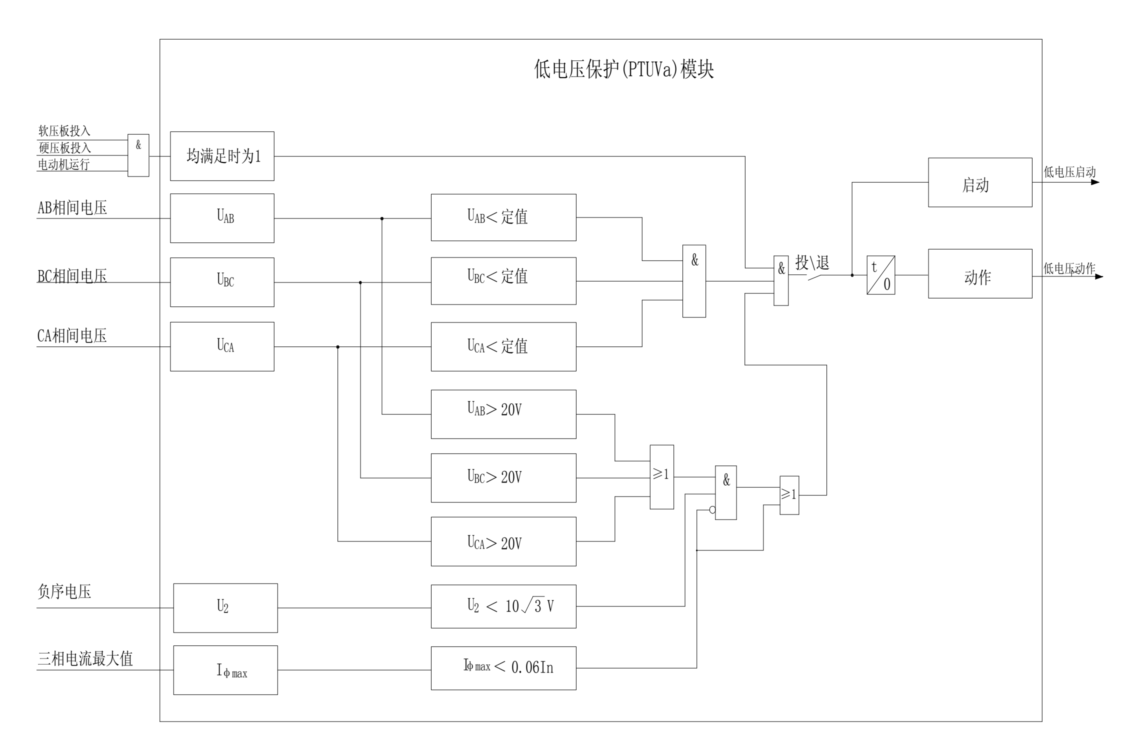


图4-20 低电压保护原理框图

4.13 过热保护（PTTRa)

过热保护采用“电动机过热保护（PTTRa)模块实现，主要是为了防止电动机过热，因此，装置中设置一个模拟电动机发热的模型，综合电动机正序电流 I_1 和负序电流 I_2 的热效应，从而获得等值发热电流 I_{eq}，其表达式为：

$$I_{eq}^2 = K_1 I_1^2 + K_2 I_2^2$$

式中：K_1=0.5，启动过程中，防止电动机正常启动中保护误动作；

K_1=1.0，启动结束后，使 I_1^2 值不再减小；

K_2=3～10，模拟 I_2^2 的增强发热效应，一般取 6.0。

过热保护动作方程为：
$$t=\frac{\tau}{\left(\frac{I_{eq}}{I_e}\right)^2 - 1.05^2}$$

散热保护方程为：
$$t=\frac{\tau \times ks \times (1-0.5RGJ)}{-\left(\left(\frac{I_{eq}}{Ie}\right)^2 - 1.05^2\right)}$$

式中： t—动作时间；

I_e—电动机额定电流；

I_{eq}—等效发热电流；

τ—电动机热积累定值；即发热时间常数 HEAT；

K_s—散热系数；

RGJ—过热告警水平整定值。

当热积累达到 HEAT×RGJ 时发过热告警信号，在没达到 HEAT（过热跳闸水平）时，热积累恢复到低于 HEAT×RGJ 时，过热告警信号返回。

当热积累达到HEAT时发跳闸信号并跳闸，热启动继电器（出口9）常闭触点断开电动机启动回路，防止按下手动启动按钮而在过热情况下启动电动机。过热保护动作跳闸后，不能立即再次启动，要等到电动机散热到热告警水平的50%以下时，才能再启动。在需要紧急启动的情况下，通过装置引出的热复归触点（端子C10）强制将热模型恢复到“冷态”。其原理框图见图4-21。

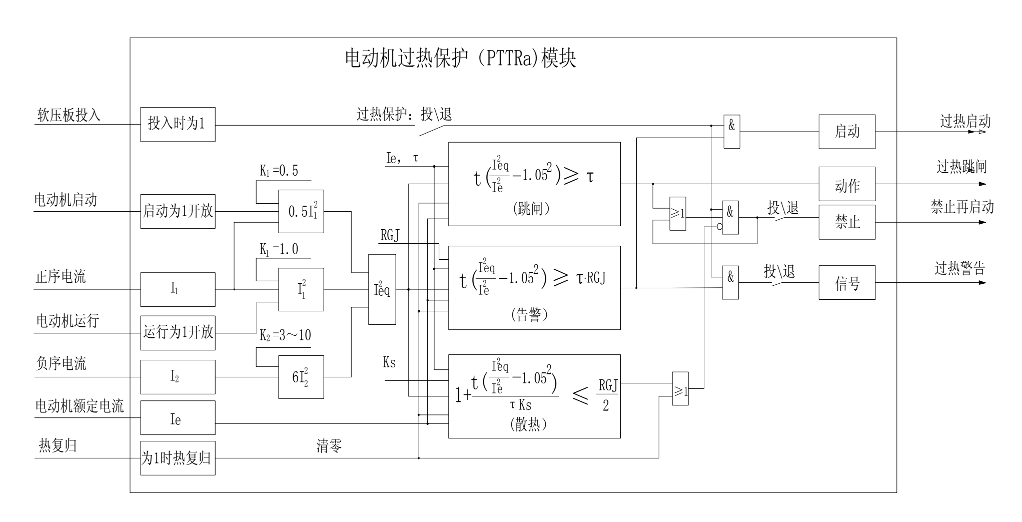


图4-21 电动机过热保护原理框图

4.14 TV断线检测（TVFaulta）

TV断线检测采用“TVFault”模块实现。

在突变量电流启动元件和保护均不启动情况下，TV断线判据为：当三相相间电压中任一相突变率△U/△t<-100V/s且突变后电压低于定值U_{zd}时，瞬时发出闭锁保护信号，如此时电动机有流(三相电流最大值IΦmax>0.1In)时，经2s延时发TV断线报警信号；当电压突降率△U/△t>-100V/s但任一相相间电压低于定值U_{zd}时，经0.5s延时发出闭锁保护信号，如此时电动机有流时，经2s延时发TV断线报警信号。直至三相相间电压均恢复后经10s延时复归。其原理框图见图4-22。

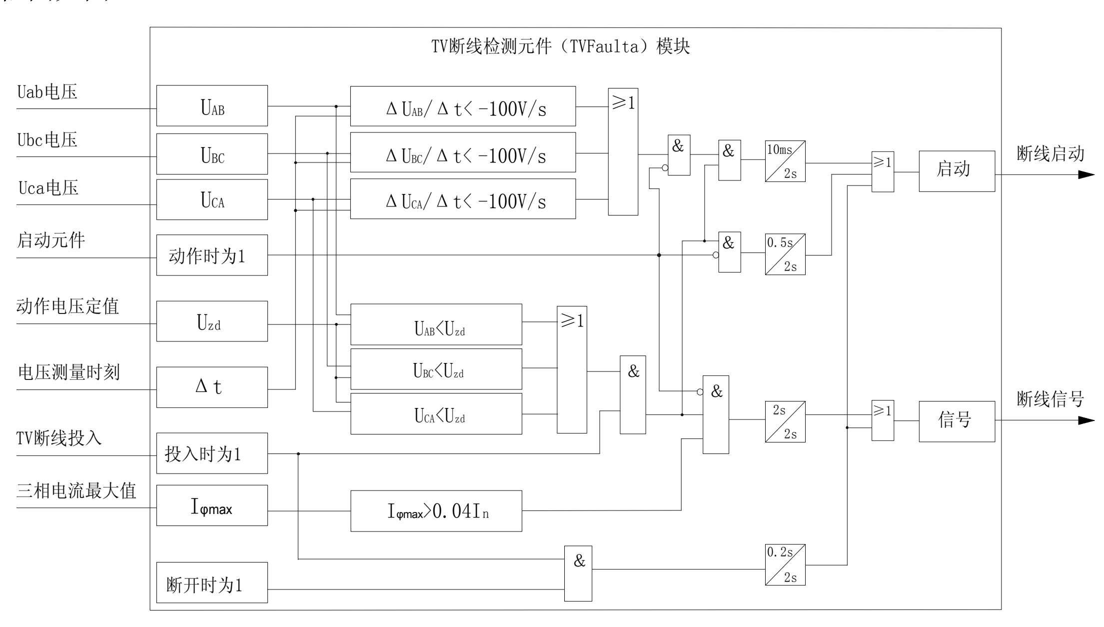
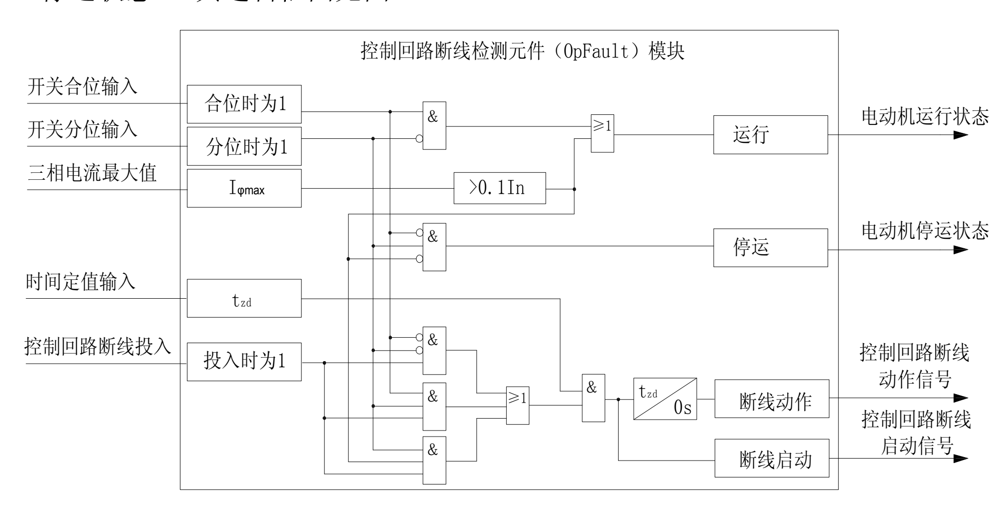


图4－22 TV断线检测元件原理框图

4.15　控制回路断线检测及电动机状态监视功能（OpFault）

控制回路断线及电动机状态监视功能采用“控制回路断线检测（OpFault）”模块实现。

- 当位置继电器 HWJ、TWJ 均不动作（为“0”态）或均动作（为“1”态）及当 TWJ 动作并且电流 I＞0.1In 时，均经整定时间 t_{zd} 发控制回路断线信号。其原理框图见图 4-17。
- 电动机状态监视功能主要是判断电动机是在运行状态还是在停运状态。当开关在合位时，判 HWJ 动作和 TWJ 不动作或电动机有流（I＞0.1In）时，置电动机在“运行状态”；当开关在分位时，判 HWJ 不动作和 TWJ 动作且电动机无流（I＜0.04In）时，置电动机在“停运状态”。其逻辑框图见图 4-23。



4－23 控制回路断线检测及电动机状态监视原理框图

4.16　本体保护（PGIOb）

本装置设有两路本体保护，分别采用“本体保护”模块实现。当本体保护信号的常开触点输入到本装置的遥信位（端子 C7：一路本体开入，C8：二路本体开入），其常开触点闭合就启动相应的本体保护，相应位的本体保护动作可经控制定值 Opsel 选择跳闸或告警。两路本体保护原理框图均见图 4-24。

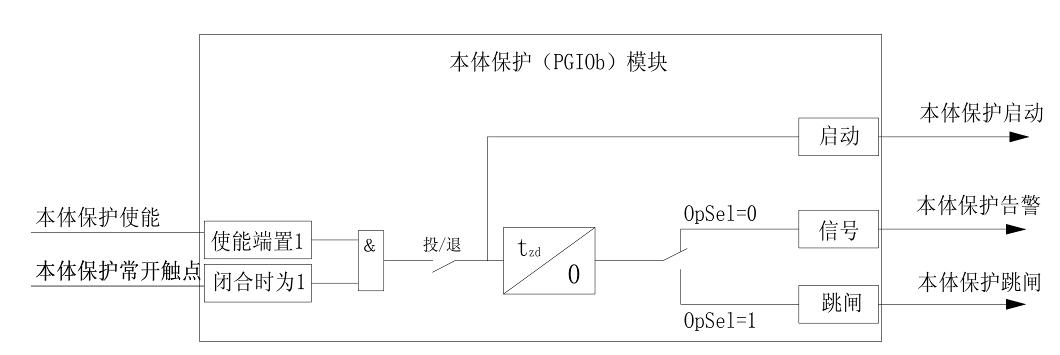


图4－24　本体保护原理框图

4.17　测控功能

4.17.1 测量

装置自互感器采集测量的各相模拟量，运用付氏算法计算各相模拟量的有效值及有关计算量，并将这些数据实时上传至变电站层。遥测全数据包括的内容见表 4－1。

表 4—1：测量值清单

测 量 值 名 称		备注
机端三相电流	Iat、Ibt、Ict	
中性点三相电流	Ian、Ibn、Icn	
三相差动电流	Iad、Ibd、Icd	
三相制动电流	Iar、Ibr、Icr	
三相 2 次谐波电流	Iad2、Ibd2、Icd2	谐波电流
三相 3 次谐波电流	Iad3、Ibd3、Icd3	
正序电流、负序电流	I1、I2	由 Ia、Ic 计算而得
交流电压	Uab Ubc、Uca、U2	其中负序 U2 由 Uab、Ubc、Uca 计算而得
零序电压、零序电流	3U0、3I0	
测量电流	Iam、Icm	
测量电压	Ua、Ub、Uc	
功率、功率因数及频率	P、Q、Cos、F	
积分电度	EP+、EQ+、EP-、EP-、EP、EQ	

4.17.2 遥信采集（GGIOa）

装置设有 14 个开关量输入，经“通用开入处理（GGIOa）”模块将采集到的输入信号量经消抖处理（经通道确认时间）后根据极性设置，输出有效的状态信号供保护、控制逻辑处理。同时当信号量变化后触发报告，把相应状态值与变位瞬时时刻上传至变电站层。

14 路开关量定义见表 4—2，均为 1 有效。每位遥信（YX）极性为 0。

表 4—2：开入状态清单

序号	名称	对应端子	说明（相应位为 1）
01	遥信 1（YX_1）	C_1	信号复归开入
02	遥信 2（YX_2）	C_2	闭锁比率差动
03	遥信 3（YX_3）	C_3	备用
04	遥信 4（YX_4）	C_4	备用
05	遥信 5（YX_5）	C_5	备用
06	遥信 6（YX_6）	C_6	备用
07	遥信 7（YX_7）	C_7	本体 1 开入
08	遥信 8（YX_8）	C_8	本体 2 开入
09	遥信 9（YX_9）	C_9	置电动机运行（试验用）
10	遥信 10（YX_{10}）	C_{10}	热复归
11	遥信 11（YX_{11}）	C_{12}	投差动保护
12	遥信 12（YX_{12}）	C_{13}	投低压保护
13	遥信 13（YX_{13}）	C_{14}	远方/就地 开入
14	遥信 14（YX_{14}）	C_{15}	时钟同步 开入

4.17.3 遥控（CSWI、GGIOa）

装置对断路器的遥控操作采用增强安全的带参数的先选择后执行方式。当远方/就地信号为远方操作时，装置可以接收先选择后执行的两步遥控命令实时对断路器的分合控制。

装置对远方信号复归采用常规安全的直接控制方式，当远程控制复归时装置通过 1s 的脉冲复归自保持信号灯的当前状态。

4.18 对时（TimeSyn）

装置采用软对时与对时脉冲相结合的同步授时方案，自动与对时服务器实现时钟同步并通过对时脉冲保证时间误差不大于 1ms。

4.19 故障录波（RADR、RBDR、RDRE）

故障录波的启动方式，录波长度等均可灵活设置，修改方法参见相应的技术说明书有关章节。装置默认采用突变量启动或保护动作启动录波方式，录波长度为 20s，其中触发前 0.3s、触发后 19.7s,可完整的体现一次故障的全过程。同时录波数据以 COMTRADE 格式存于内部磁盘中，最多保存 6 组最新的故障数据。

装置支持故障再现功能，可以把本装置的录波数据或同型号的其它装置的录波数据回传到装置采集回路，使装置能完全再现故障瞬间动作特性；本功能对分析装置动作行为，改进改良保护算法与动作逻辑，以及快速的整组功能测试有巨大的帮助。

此外装置可以通过手动录波功能实现负荷录波，便于分析负荷特征得到稳定运行数据。

4.20 通讯功能

装置采用 IEC 61850 标准协议实现通讯功能，遵从 IEC 61850 的实现机制和建模标准。支持双以太网通讯方式。其通讯模型及一致性声明详见相应的技术说明书及其它相关文档。

4.21 自检（GCHK）

装置自检元件（GCHK）实现对装置各硬件回路工作情况实时顺序检验，自检项目内容顺序为：CPU、RAM、NVRAM、FLASH、I^2C、人机面板接口、AD 转换回路、出口自检回路、电源自检回路、保护定值、配置参数、实时时钟电路、实时时钟电池回路、液晶、软压板及逻辑节点运行状态等上电及实时自检。当检验出 AD 故障、定值及配置参数自检故障后，装置发装置硬件故障报告的同时启动 BSJ 闭锁出口回路；当检验出其它硬件故障时发装置硬件故障报告的同时启动 GJJ 发生告警信息。

5 使用说明

5.1 人机对话板操作说明

装置设有大屏幕汉字液晶显示和 7 个按键，配有人性化操作菜单，为用户提供了友好的使用界面。借助该界面可以很方便地浏览测量数据、报告信息、装置信息，修改定值及装置测试等功能，帮助用户及时准确地处理问题。

关键词说明：

带有数据信息的界面称数据界面，数据界面包括数据显示界面和数据修改界面，其中包含的每条信息称数据条目。无数据显示，用于索引下级数据信息的界面，称为菜单界面，其中包含的每条信息称菜单条目。当某菜单条目带有汉字反显示特性时，称该条目为当前菜单条目。当数据条目带有汉字反显示或数据位下划线显示特性时，称该数据条目为当前数据条目。当前

数据条目处在汉字提示信息反显示选择状态时称该数据条目处于选择状态。当前数据条目处在数据位下划线编辑状态时称该数据条目处于编辑状态。

5.1.1 键盘功能

装置键盘见图 5－1，各功能键的含义如下：

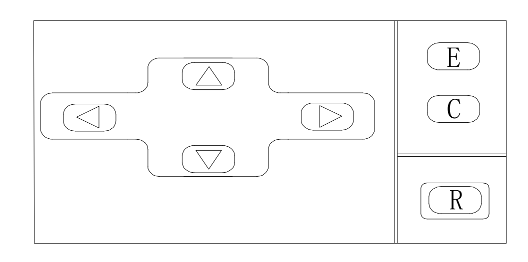


图5－1 键盘示意图

键盘功能综述：

上键：显示光标上移或数字“加”，以下简称[↑]键。

在菜单界面内，按[↑] 键可以向上循环选择当前菜单条目。

在数据修改界面内，当前数据条目为选择状态时，按[↑] 键可以向上循环选择当前数据条目；当前数据条目为编辑状态时，按[↑] 键可以使编辑位数据字符执行循环“加”操作。

下键：显示光标下移或数字“减”，以下简称[↓]键。

在菜单界面内，按[↓] 键可以向下循环选择当前菜单条目。

在数据修改界面内，当前数据条目为选择状态时，按[↓] 键可以向下循环选择当前数据条目；当前数据条目为编辑状态时，按[↓] 键可以使编辑位数据字符执行循环“减”操作。

左键：显示光标左移，向上翻页，以下简称[←]键。

在菜单界面内，按[←] 键可以向左选择当前菜单条目。

在数据修改界面内而且当前数据条目为选择状态时，或在数据显示界面时，按[←] 键可以向上翻页，显示上一页数据；当前数据条目为编辑状态时，按[←] 键可以控制下划线光标循环左移动到要更改的数字位上。

右键：显示光标右移，向下翻页，以下简称[→]键。

在菜单界面内，按[→] 键可以向右选择当前菜单条目。

在数据修改界面内而且当前数据条目为选择状态时，或在数据显示界面时，按[→] 键可以向下翻页，显示下一页数据；当前数据条目编辑状态时，按[→] 键可以控制下划线光标循环右移动到要更改的数字位上。

C 键：返回上级菜单，以下简称[C]键。

在菜单界面内或数据显示界面内，按[C] 键可以回到上级父菜单界面。

在数据修改界面内，修改数据完毕时，这时还没有固化到装置记忆存储区。**如果该数据修改界面没有上级分项数据索引菜单**，按[C] 键，就会直接弹出是否确认数据修改提示界面，这时如果按[E] 键，修改后的数据就会固化到装置记忆存储区，如果按[C] 键就会取消本次数据修改操作，回到上级菜单；**如果该数据修改界面有上级分项数据索引菜单**，按[C] 键，就会进入上级分项数据索引菜单，这时再按[C]键，就会弹出是否确认数据修改提示界面，这时如果按[E] 键，修改后的数据就会固化到装置记忆存储区。

E 键：进入下级菜单或切换数据条目状态或数据确认修改，以下简称[E]键。

在菜单界面内，按[E]键可以进入下级子菜单界面或下级数据界面。

在数据修改界面内，当前数据条目为选择状态时，按[E]键切换到编辑状态，以

便修改某位数据；当前数据条目为编辑状态时，按[E]键执行切换到选择状态，以便选择其它数据条目。

在确认数据修改提示界面时，按[E] 键，修改后数据就会固化到装置存储区。

R 键：复归面板保护动作信号灯，简称[R]键。

5.1.2 静态工作界面

装置上电后即进入静态工作界面，该界面主要显示主接线、测量值、时间日期等，见图 5－2。可根据现场实际情况可重新设置主接线、测量值显示的内容，下方提示行固定显示：当前时间、网络连接状态、定值组号。在任意非故障告警界面下，无键盘操作超过 2 分钟后就会自动转入静态工作界面，该界面保持约 5 分钟后背光熄灭进入屏幕保护状态，此时按任意键点亮背光，再按任意键，返回到原界面。

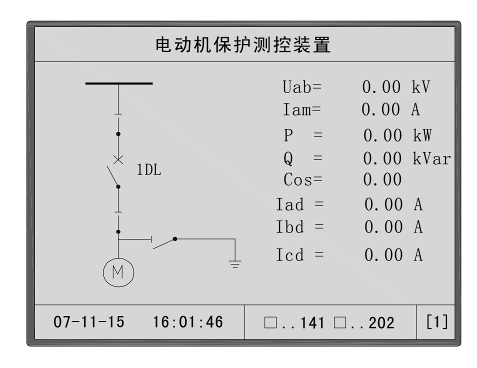


图5－2 静态工作界面

5.1.3 主菜单

主菜单见图 5－3 所示，菜单拓扑图（结构图）见图 5－4 所示。

主菜单包含 7 个选项，可通过按[↑]键、[↓]键、[←]键或[→]键在其中做循环选择当前菜单项，按[C]键返回静态工作界面，按[E]键进入当前菜单项的下一级内容，**其中进入定值整定、通讯设置、装置测试、装置管理等下级菜单需输入对应于每项操作的正确密码，这些密码保存在装置管理\密码管理子菜单下，可以先查阅后再进行相关操作，所有这些密码出厂设置都为 3000，厂家保留进入装置管理\出厂设置子菜单密码。**

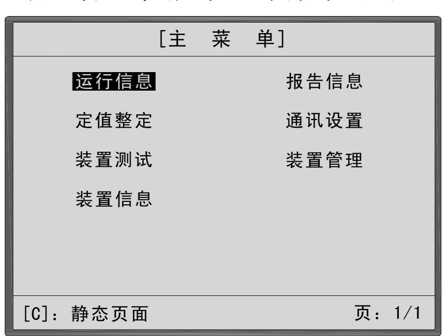


图5－3 主菜单

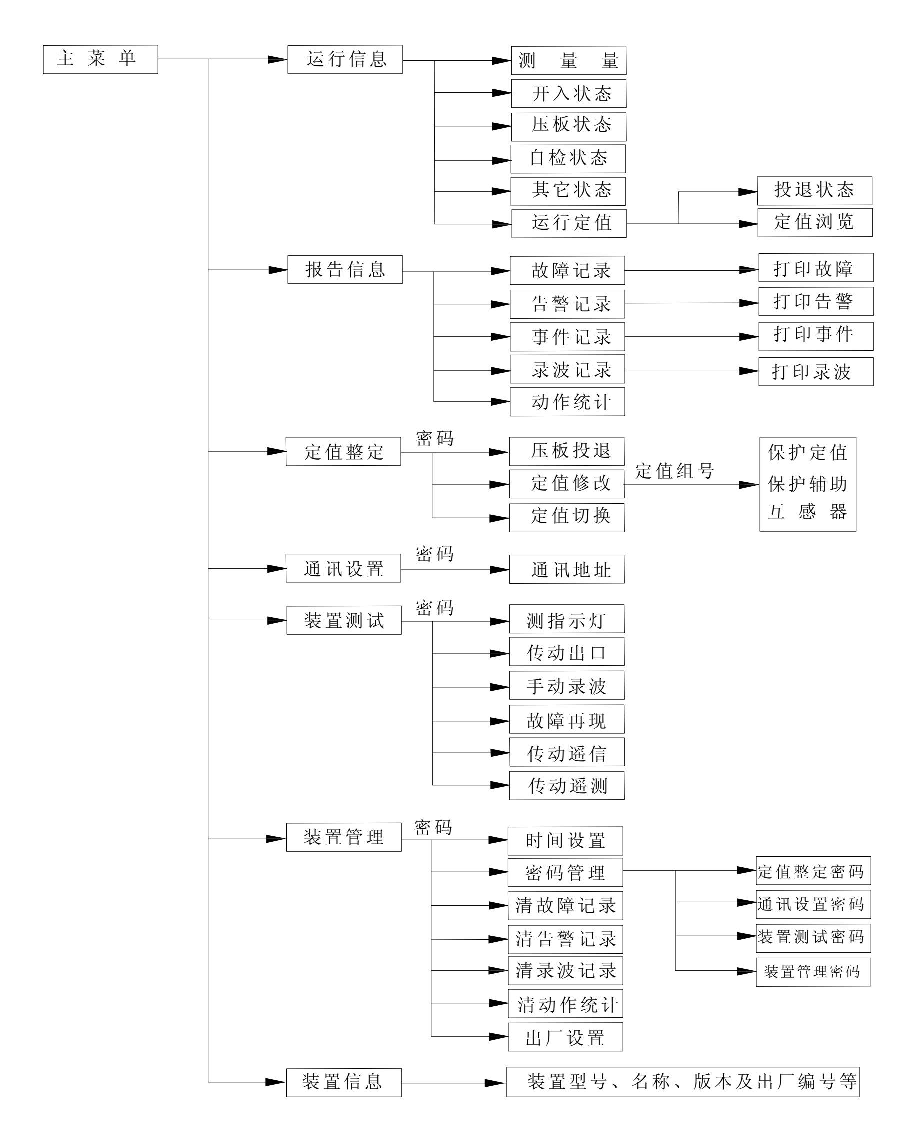


图5－4　液晶界面拓扑图

5.1.3.1 运行信息

路径提示：主菜单\运行信息，运行信息子菜单级联的子数据界面信息只用于浏览，不支持修改，其中测量量界面支持左右键上下翻页功能，按 ［ E ］ 键可以切换显示测量一次值或二次值。

5.1.3.2 报告信息

路径提示：主菜单\报告信息，报告信息子菜单包括 5 项内容，其中故障记录用于记录系统故障引起的保护动作信息，共 32 条，该界面按时间索引显示记录信息，选择当前记录后按［ E ］键显示本次记录的详细信息，按[←]键或[→]键上下翻阅该次记录，按[↑]或[↓]键切换相邻记录；告警记录用于记录系统和装置本身发生的各种告警信息，共 64 条；事件记录用于各种操作控制事件信息，共 256 条。

5.1.3.3 定值整定

路径提示：主菜单\定值整定，输入密码正确，方可进入定值整定子菜单，见图 5－5。简述如下：

（1） 压板投退

路径提示：主菜单\定值整定\压板投退。压板状态修改完毕后，按[C]键进入压板投退

确认界面，见图 5－6，按[E]键确认投退操作。

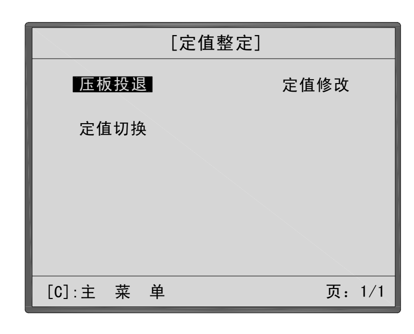


图5－5 定值整定

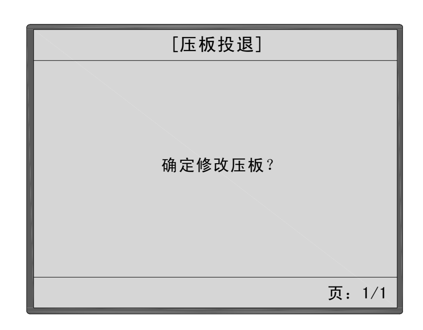


图5－6 压板投退确认界面

（2） 定值修改

路径提示：主菜单\定值整定\定值修改，首先进入运行定值组号界面，见图 5－7。输入“操作定值组号”（本装置设有 1～8 组定值）后按[E]键进入定值修改菜单，见图 5－8。该菜单包括各种保护定值、保护辅助和互感器等定值索引条目。

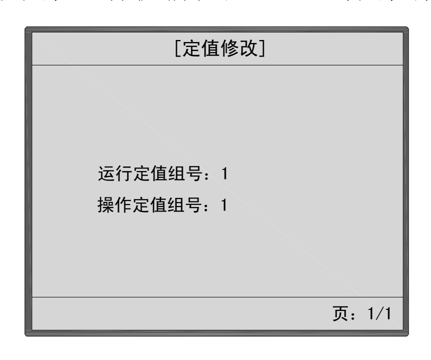


图5－7 定值组号界面

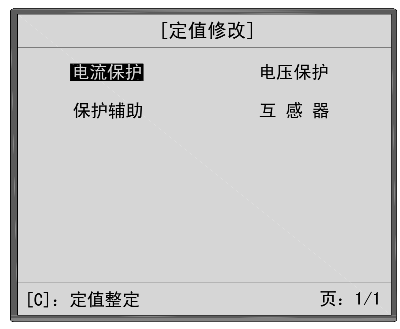


图5－8 定值修改菜单

在定值修改菜单中选项进入某项定值数据修改界面，修改定值结束后可按[C]键返回定值修改菜单，可继续选项修改其它类型定值，修改完毕后，应返回定值修改菜单，按[C]键进入定值修改确认界面，见图 5－9，再按[E]键确认修改，这时修改后的定值才固化到装置记忆存储区。

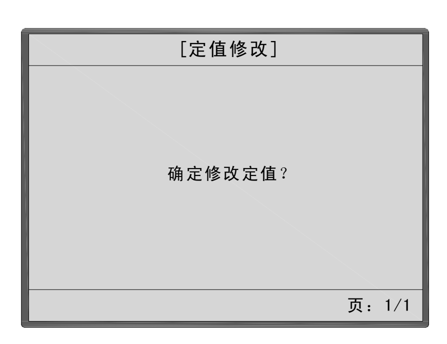
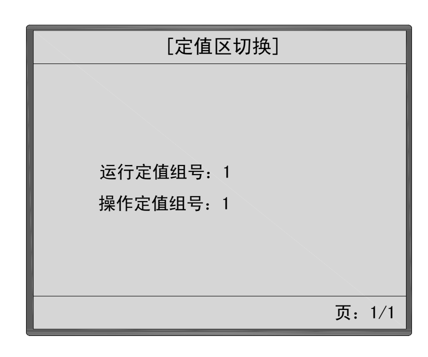


图5－9 定值修改确认界面

（3） 定值切换

路径提示：主菜单\定值整定\定值切换，见图 5－10，图中显示当前运行定值组号和待切换操作定值组号，输入操作定值组号后按[E]键进入定值切换确认提示界面，按[E]键确认切换操作。



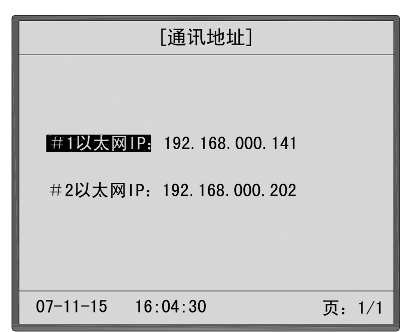


图5－10　定值区切换界面　　　　图5－11　通讯地址界面

5.1.3.4 通讯设置

路径提示：主菜单\通讯设置，输入密码正确，方可进入通讯地址界面，见图 5－11，选择当前修改项，按[E]键进入该项的第一段数据（前三个）编辑状态：输入结束后按 [E]键进入下一段数据编辑状态，按[C] 键会切换到上一段字符的编辑状态，依此类推，直至第四段，第四段修改完毕后按[E]键，进入条目选择状态，可继续选项修改，修改结束后按[C]键进入通讯地址修改确认界面，按 [E]键确认修改。

5.1.3.5 装置测试

路径提示：主菜单\装置测试，输入密码正确，方可进入装置测试菜单，见图 5－12。

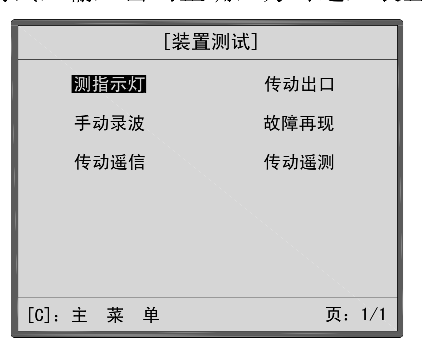


图5－12　装置测试菜单

（1）　测指示灯

路径提示：主菜单\装置测试\测指示灯，按键进入后，该界面显示：测指示灯操作中…，此时，面板右侧 18 个指示灯和液晶下面的异常灯应顺序点亮，每灯点亮时间约 1s，当最后异常灯点亮且熄灭后显示：测指示灯操作结束!。



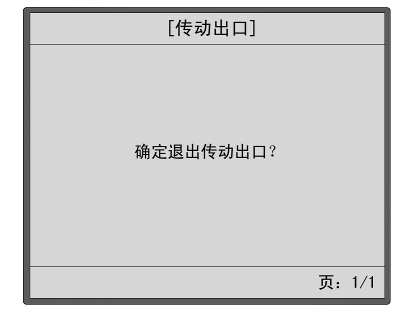


图5－13　传动出口界面　　　　图5－14　退出传动出口确认界面

（2）　传动出口

路径提示：主菜单\装置测试\传动出口，见图 5－13。**在该界面下，面板右侧 18 个指示灯和下方异常灯均闪烁，提示装置进入试验状态，保护功能退出。**界面分条显示出口名称和对应端子号，选择传动条目，按[E]键切换为编辑态，按[↑]或[↓]键改变出口状态，再按[E]键输出该状态，该状态保持时间约 1 秒钟后返回，当该条目切换为选择状态时，可继续进行选

项传动试验。**传动试验结束后，应按[C]键进入退出传动出口确认界面，**见图 5－14，**按[E]键确认后返回装置测试界面，这时所有闪烁的指示灯均熄灭，保护功能恢复。**

（3） 手动录波

路径提示：主菜单\装置测试\手动录波，该界面显示：确定手动启动录波？，此时按[E]键，即启动手动录波。

（4） 故障再现

路径提示：主菜单\装置测试\故障再现，该界面按条显示每次故障录波发生的时间。按[↑]键或[↓]键选择故障再现条目，按[E]键进入该次故障再现方式选择界面，见图 5－15，按[↑]键或[↓]键选择故障再现内容，按[E]键切换为下一条的编辑态，直至切换为下方“确认”字符条的反显状态。按[C]键返回到上一条的编辑态；按[E]键进入故障再现确认提示界面，见图 5－16。再次按[E]键确认操作，则显示：故障再现操作中…，经约 20s 后自动显示：故障再现完毕。

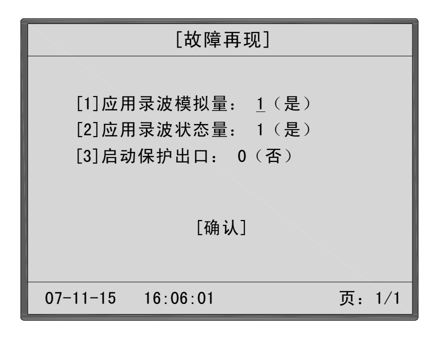


图5－15　故障再现内容选择界面

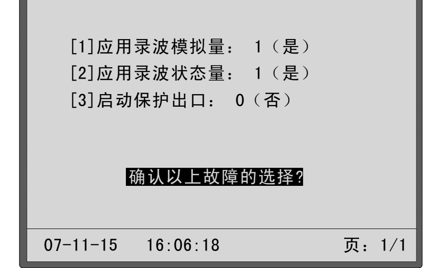


图5－16　故障再现确认界面

（5） 传动遥信

当采用传统的通信规约实现远方调度通讯时，可通过传动遥信界面的手动置数检验装置开入量、保护动作状态等与远方调度端状态定义的一致性。

路径提示：主菜单\装置测试\传动遥信，见图 5－17，**在该界面下，保护功能退出，面板灯闪烁状态同传动出口，操作方法参考传动出口。**

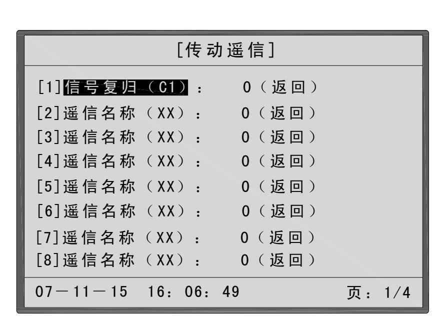


图5－17　传动遥信界面

（6） 传动遥测

当采用传统的通信规约实现远方调度通讯时，可通过传动遥测界面的手动置数检验装置从互感器采集的测量量及计算量等与远方调度端数据定义的一致性。

路径提示：主菜单\装置测试\传动遥测（无测量功能的装置不显示该界面）。**在该界面下，保护功能退出，面板灯闪烁状态同传动出口，操作方法参考传动出口。**

5.1.3.6 装置管理

路径提示：主菜单\装置管理，输入密码正确，方可进入装置管理子菜单。

（1） 时间设置

路径提示：主菜单\装置管理\时间设置。该界面不支持[←]键或[→]键选项。

（2） 密码管理

路径提示：主菜单\装置管理\密码管理，见图 5－18，用于查阅或修改各种操作密码。

其中定值整定密码界面见图 5－19。首行显示当前密码，输入新密码后按[E]键直接切换到“再次输入新密码”条目的编辑态，输入相同的新密码。修改结束后按 [E]键进入定值整定密码确认界面。按[E]键确认修改，其它密码修改方法参考修改定值整定密码。

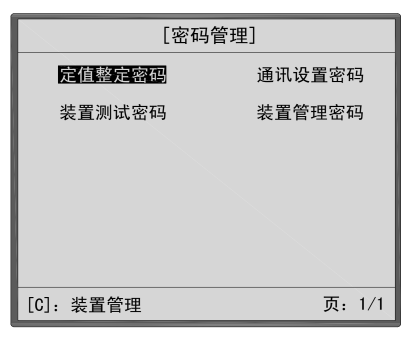


图5－18 密码管理菜单

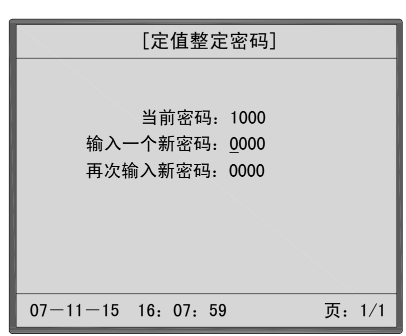


图5－19 定值整定密码界面

（3） 清故障记录

路径提示：主菜单\装置管理\清故障记录，按[E]键确认清故障记录。

清告警记录、清录波记录、清动作统计操作方法与清除故障记录操作方法类同。

（4） 出厂设置

路径提示：主菜单\装置管理\出厂设置，装置出厂时已设置好该项，如需重新设置应由我公司专业工程师完成。

5.1.3.7 装置信息

路径提示：主菜单\装置信息，从该界面可查阅本装置的型号、名称、硬件版本、软件版本、配置文件版本等。

5.2 保护定值说明

5.2.1 保护软压板清单

表 5-1 DSI 5152 保护软压板清单

序 号	压板名称	投退选择
01	差动保护压板	0：退出，1：投入
02	启动时间过长保护压板	0：退出，1：投入
03	速断、过流压板	0：退出，1：投入
04	反时限过流压板	0：退出，1：投入
05	负序过流压板	0：退出，1：投入
06	过负荷压板	0：退出，1：投入
07	过热保护压板	0：退出，1：投入
08	零序过流压板	0：退出，1：投入
09	零序过压压板	0：退出，1：投入
10	过电压保护压板	0：退出，1：投入
11	低电压保护压板	0：退出，1：投入
12	本体保护压板	0：退出，1：投入

5.2.2 保护定值清单

表5－2为DSI 5152保护装置所有保护功能可整定的定植，为了简化实际应用，工程不需要的保护功能在出厂时已经关闭，则相应的定值项不再出现在人机界面中并无需整定，固定为退出状态和默认定值。

表5—2 DSI 5152保护定值清单

保护类型	保护名称	定值名称	整定范围	整定极差
差动保护	磁平衡差动 差动速断 比率差动 高比率差动 差流告警	磁平衡差动投退	0：退出，1：投入	
		启动时磁平衡投退	0：投入，1：退出	
		启动时磁平衡延时	0：退出，1：投入	
		磁平衡电流定值	（0.1～1.0）In	0.01A
		差动速断投退	0：退出，1：投入	
		启动时差速断投退	0：投入，1：退出	
		启动时差速断延时	0：退出，1：投入	
		差速断电流定值	（2.0～10）Ie	0.01A
		比率差动投退	0：退出，1：投入	
		启动时比率差动投退	0：投入，1：退出	
		启动时比率差动延时	0：退出，1：投入	
		比率差动电流定值	（0.1～1.0）In	0.01A
		比率制动系数	0.3～0.6	0.01
		高值比率差动投退	0：退出，1：投入	
		启动时高值差动投退	0：投入，1：退出	
		启动时高值差动延时	0：退出，1：投入	
		二次谐波闭锁投退	0：退出，1：投入	
		TA断线闭锁投退	0：退出，1：投入	
		TA饱和闭锁投退	0：退出，1：投入	
		闭锁比率差动投退	0：退出，1：投入	
		差动告警投退	0：退出，1：投入	
		差流告警定值	（0.1～1.0）In	0.01A
	电流速断	功能投退	0：退出，1：投入	
		启动时电流定值	(0.2～20)In	0.01A
		运行时电流定值	(0.2～20)In	0.01A
		延时定值	(0～10)s	0.01s

	过流保护	功能投退	0：退出，1：投入	
		启动时电流定值	(0.2～10)In	0.01A
		运行时电流定值	(0.2～10)In	0.01A
		延时定值	(0.1～10)s	0.01s
	启动时间过长	功能投退	0：退出 1：投入	
		电流定值	（0.2～10）In	0.01A
		延时定值	（0.1～500）S	0.01S
	负序过流 I 段	功能投退	0：退出，1：投入	
		电流定值	(0.2～10)In	0.01A
		延时定值	(0.05～10)s	0.01s
	负序过流 II 段	功能投退	0：退出，1：投入	
		出口选择	0：告警，1：跳闸	
		动作特性	0：定时限 1：一般反时限 2：非常反时限 3：极端反时限	
		电流定值	(0.05～2)In	0.01A
		延时定值	(0.05～10)s	0.01s
	反时限过流	功能投退	0：退出，1：投入	
		动作特性	1：一般反时限 2：非常反时限 3：极端反时限	
		电流定值	(0.2～2)In	0.01A
		延时定值	(0.05～10)s	0.1
		启动电流倍数	1.0～10	0.1
	零序过流	功能投退	0：退出，1：投入	
		出口选择	0：告警，1：跳闸	
		电流定值	(0.05～6.0)A	0.01A
		延时定值	(0.1～100)s	0.01s
	过负荷	功能投退	0：退出，1：投入	
		出口选择	0：告警，1：跳闸	0.01A
		电流定值	(0.2～2.0)In	0.01A
		延时定值	(1.0～1000)s	0.01s

过热保护	过热保护	功能投退	0：退出，1：投入	
		禁止再启动投退	0：退出，1：投入	
		热告警投退	0：退出，1：投入	
		发热时间常数	(1～6000)s	1s
		散热系数	1.0～10	0.01
		负序发热系数	3.0～10	0.01
		热告警水平	0.2～0.95	0.01
接地检测	小电流接地选线	功能投退	0：退出，1：投入	
		谐波模式	0：基波， 1：五次谐波	
		接地电压定值	(10～100)V	0.1V
电压保护	零序过压	功能投退	0：退出 1：投入	
		出口选择	0：告警 1：跳闸	
		电压定值	(10～100)V	0.01V
		延时定值	（0.1～100）S	0.01S
	过电压保护	功能投退	0：退出，1：投入	
		电压定值	（100～140）V	0.1V
		延时定值	(0.1～100)s	0.1s
	低电压保护	功能投退	0：退出，1：投入	
		电压定值	（10～90）V	0.1V
		延时定值	(0.1～100)s	0.01s
本体保护	本体 1	功能投退	0：退出，1：投入	
		出口选择	0：告警，1：跳闸	
		延时定值	(0.1～1000)s	0.1s
	本体 2	功能投退	0：退出，1：投入	
		出口选择	0：告警，1：跳闸	
		延时定值	(0.1～1000)s	0.1s
保护辅助	励磁涌流闭锁	二次谐波制动系数	0.1～0.5	0.01
	保护公用定值	突变量启动定值	（0.1～1.0）In	0.01A

		电动机额定电流	（0.2～2.0）In	0.01A
		TV 断线电压定值	5～90）V	0.1V
		TV 断线功能投退	0：退出，1：投入	
		TA 断线功能投退	0：退出，1：投入	
		控制回路断线投退	0：退出，1：投入	
		小电流接地选线投退	0：退出，1：投入	
互感器	机端保护电流	变比	1～600	1
	中性点保护电流	变比	1～600	1
	测量电流	变比	1～600	1
	零序电流	变比	1～600	1
	测量电压	变比	1～1100	1
	零序电压	变比	1～1100	1

5.2.3　整定计算

5.2.3.1 定时限过电流保护整定计算

(1)　电流速断保护

电流速断保护动作电流整定分启动状态速断电流定值和运行状态速断电流整定值，时限可为 0s 速断或整定极短的时限。

➢ 启动状态电流速断定值 $I_{sdzd.s}$

$$I_{sdzd.s}=\frac{K_K}{h_{TA}}I_{qd}$$

式中：K_K —可靠系数（1.2～1.5），一般取 1.3；

I_{qd} —为电动机铭牌上的额定启动电流；

n_{TA}—电流互感器变比。

保护灵敏系数 K_{LM} 按下式校验，要求 K_{LM}≥2，如灵敏度较高可　适当增加定值 $I_{sdzd.s}$。

$$K_{LM}=\frac{I_{k.\min}^{(2)}}{h_{TA}I_{sdzd.s}}\geqslant 2$$

式中：$I_{K.\min}^{(2)}$ —最小运行方式下电动机出口两相短路电流。

➢ 运行状态电流速断定值 $I_{sdzd.0}$

$$I_{sdzd.0}=\frac{(0.6\sim 0.7)I_{qd}}{h_{TA}}$$

➢ 动作时间：T_{sdzd}≤0.05s，一般整定为 0s。

(2) 过电流保护

过流保护动作电流整定分启动状态定值和运行状态定值，启动状态定值也可根据启动电流

或堵转电流整定；运行状态定值可按启动电流或堵转电流的一半整定。

- 启动状态过流电流整定值 $I_{glzd.s}$

$$I_{glzd.s}=\frac{K_K}{h_{TA}}I_{qd}$$

式中：K_K—可靠系数，一般取 1.1～1.2。

- 运行状态过流电流整定值 $I_{glzd.0}$

$I_{glzd}=0.5I_{LR}$ （或 $I_{glzd}=2I_e$）

式中：I_e—电动机额定电流；

I_{LR}—电动机铭牌上的堵转电流。

- 动作时间定值：一般整定为 1.00～1.50s。

5.2.3.2　过负荷保护

- 动作电流 I_{FHZd}定值

$$I_{FHZd}=\frac{K_K I_e}{K_f}$$

式中：K_K—可靠系数，取 1.05～1.2（当动作于信号时取 1.05～1.1；当动作于跳闸时取 1.2）；

K_f—返回系数，取 0.95。

- 动作时间定值 T_{glzd}

由于过负荷保护在电动机启动过程中自动退出，启动完成后电动机处于运行状态时，过负荷保护才自动投入。因此，过负荷保护整定时间无需躲电动机启动时间，一般按大于定时限过流保护动作时间整定。

$T_{glzd}=2～15s$

5.2.3.3　电动机启动时间过长保护（启动堵转）保护整定计算

- 动作电流整定值 $I_{zd,s}$一般为：

$I_{zd.s}=0.5\ I_{qd}$

- 动作时间整定值 $T_{zd,s}$一般为：

$T_{zd.s}=1.5T_{QD}$

式中：T_{QD}—实际电动机启动时间，由电动机制造厂提供。

5.2.3.4　反时限过流保护整定计算

反时限过流保护动作电流整定分启动状态定值和运行状态定值，启动状态定值按躲开电动机启动电流整定，运行状态定值可按额定电流整定。

- 启动状态反时限电流定值 $I_{FZd.S}$

$I_{FZd.S}=1.2\ I_{qd}$

- 运行状态反时限电流定值 $I_{FZd.0}$

$I_{FZd.0}=1.1\ I_e$

- 电流反时限时间常数整定值 τ_1

启动状态与运行状态为同一时间常数 τ_1， τ_1整定值一般由电机制造厂提供。如果电动机厂家提供反时限的动作曲线，则可根据下式求出一组 τ_1后取较小的值

$$\tau_1=\frac{[(\frac{I_\varphi}{I_{Zd}})^\alpha-1]\times T}{K}$$

式中α、k 的取值为：

标准反时限 $\alpha=0.02$，k=0.14；非常反时限 $\alpha=1$，k=13.5；极端反时限 $\alpha=2$，k=80。

5.2.3.5　负序电流保护整定计算

负序电流保护分两段，I 段为定时限负序电流速断保护；II 段为反时限负序过流保护（可选择定时限或反时限功能）。

(1) 负序过流 I 段

- 负序过流 I 段定值 $I_{2zd.1}$ 的推荐整定范围为：

  $I_{2zd.1}=(0.6\sim1.2)I_e$

- 负序过流 I 段时间 $T_{2zd.1}$ 按躲过开关不同期合闸的时间整定，推荐整定范围为：

  $T_{2zd.1}=0.05\sim0.1S$，一般可取 0.05S。

(2) 负序过流 II 段

- 若选择采用定时限

  负序过流 II 段定值 $I_{2zd.2}$ 按躲开正常运行的最大负序电流整定，一般为：

  $I_{2zd.2}=(1.2\sim1.3)\ I_{2max}$

  式中：I_{2max}—正常运行的最大负序电流

  负序过流 II 段时间 $T_{2zd.2}$ 推荐整定范围为：

  $T_{2zd.2}=0.5\sim10S$

- 若选择采用反时限

  $I_{2zd.2}=(1.05\sim1.1)\ I_{2max}$

  负序过流反时限时间常数 τ_2 整定范围为 0.05～1S;如果电动机厂家提供负序反时限的动作曲线，则可根据三种反时限的动作曲线，按下式求出一组 τ_2 后取较小值

$$\tau_2=\frac{[(\frac{I_2}{I_{2Zd.2}})^{\alpha}-1]\times T}{K}$$

式中α、k 的取值为：

标准反时限 $\alpha=0.02$,k=0.14;非常反时限 $\alpha=1$,k=13.5;极端反时限 $\alpha=2$,k=80。

5.2.3.6　过热保护整定计算

发热时间常数τ由电动机厂家提供、如果厂家提供了电动机的热限曲线或一组过负荷能力的数据，则可根据下式，求出一组τ后取较小的值。

$\tau=T\times[(I/I_e)^2-1.05^2]$

- 如果厂家没有提供，发热时间常数τ，可考虑按下式求出τ。

$$\tau=\frac{\theta_e\times k^2\times T_{qd}}{\theta_0}$$

式中：θ_e—电动机额定连续运行时的稳定温升；

K—电动机启动电流倍数；

T_{qd}—为电动机启动时间；

θ_0—为电动机启动时的温升。

- 热告警系数一般取 0.8
- 电动机停转时，散热效果变差，为补偿这种情况，散热系数可取 1.5～4.5，具体数值视环境条件而定。

5.2.3.7　零序过流保护及小电流接地选线整定计算

(1) 零序过流保护

零序过流保护为一段一时限，当接地电容电流大于5A（一次），应投入零序过流保护。

- 零序过流保护动作电流整定值I_{0zd}按照大于本回路的电容电流整定，即：

$$I_{0zd}=\frac{k_k\times 3I_{0cl}}{h_{TA}}$$

式中：K_K—可靠系数，如保护不带时限取4～5；如保护带时限≥0.5s时，取1.5～2；

$3I_{OCL}$—外部发生接地故障时，被保护电动机的接地电容电流；

n_{TA}—零序电流互感器变比。

- 零序过流保护灵敏系数K_{LM}校验

$$K_{LM}=\frac{3I_{oc\min}}{h_{TA}\times I_{OZd}}$$

式中：$3I_{ocmin}$—被保护电动机发生单相接地故障时，流过保护装置电流互感器一次侧的最小接地电容电流。

灵敏系数K_{LM}要求大于2（当保护动作时限整定>0.5s时K_{LM}＝1.5～2），当K_{LM}不能满足要求时，应考虑适当降低整定值I_{0zd}，增加保护的动作时间，以躲开故障瞬间过渡过程的影响，而将K_{LM}降低至1.5～2。

- 动作时间推荐整定范围为0.5s～10s。

(2) 小电流接地选线

当接地电容电流幅值很小，用零序过流保护很难保证其选择性，则采用小电流接地选线功能（退出零序过流保护）。

- 当被保护电动机发生单相接地故障时，流入保护装置的电容电流<0.1A时，退出零序过流保护；投入小电流接地选线。
- 当被保护电动机发生单相接地故障时，流入保护装置的电容电流<0.05A时，用基波零序电流和零序电压判方向很难保证其方向性，因此，应投入用5次谐波零序电流和零序电压判方向。

5.2.3.8 过压、低压保护整定计算

(1) 过电压保护

- 过电压保护电压整定值U_{gYzd}大于相间电压整定，即：
  U_{gYzd}=(1.15～1.25)U_n，一般取1.2U_n。
- 过电压保护动作时间整定值T_{gYzd}=10～50s。

(2) 低电压保护

- 作为低电压保护时，低电压保护主要用于不允许或不需要自启动的电动机。应退出电流闭锁功能。低电压整定U_{DYZd}为：

U_{DYZd}=(0.6～0.7)U_e

式中：U_e—电动机额定电压。

动作时间T_{DYZd}＝0.5～1s，一般取0.5s。

- 作为失压保护时，失压保护主要用于电源电压长时间消失而不允许自启动的重要电动机。该保护应投入电流闭锁功能。

失压整定值：U_{sYzd}＝(0.4～0.5)U_e

动作时间T_{sYzd}＝8～10s,一般取10s。

电流闭锁整定值I_{bszd}=0.9 I_{Fhmin}

式中：I_{Fhmin}—为二次最小负荷电流，推荐二次最小负荷电流参考电动机空载电流值确定。

5.2.3.9 差动保护整定计算

（1） 差动速断保护

- 差动速断定值按躲过最大外部短路时的不平衡电流整定。

（2） 比率差动保护

- 差动电流启动定值按躲过正常运行时最大不平衡电流整定；
- 比率制动系数一般取 0.3。

（3） 磁平衡差动保护

- 磁平衡差流启动定值按躲过正常运行时最大不平衡电流整定。

5.3 调试说明

本装置及其所组屏柜出厂前都经过严格的保护功能、动作逻辑、辅助功能及例行检测等试验，证明保护性能的完好和接线的正确。辅助功能试验包括通信、操作显示界面等内容；例行试验包括装置或屏柜的绝缘、耐压、抗干扰及老化试验等内容。另考虑到本装置具有软硬件自检功能，可将故障部位准确定位到芯片；交流采样回路无可调元件，其精度由出厂调试保证。故现场安装调试首先检查运输和安装时是否有损坏、装置和屏柜对外部接线及与其他相关设备的联系等内容是否正确；着重校验保护定值、装置的状态量输入、跳合闸输出回路及信号回路部分。

5.3.1 通电前检验

- 检查装置的型号、参数是否与订货一致；
- 检查外观是否有损坏和松动，各插件插拔接触是否可靠；
- 检查各插件中元器件是否有松动、脱落、损坏，门板 LCD 扁平电缆连接是否可靠。

5.3.2 通电检验

装置带电后不允许插拔插件。带电后：面板上运行灯均匀闪烁、其它灯均不亮；LCD 有显示(装置无故障，无通信异常报警)，经 2～3 分钟后进入屏幕保护状态。此时装置处于正常工作状态，方可按下列步骤进行检验。

- 装置遥信输入回路检查

将遥信输入端子（C_1～C_{10}）分别与＋220V 连接；遥信输入端子（C_{12}～C_{15}）分别与＋24V 连接，此时在 LCD 遥信界面上相应开入量应有变化，否则应检查开入量电路是否有问题。

- 电流电压刻度值检查

按端子排图所示将电流和电压接入装置，所施加的电流和电压值与装置的液晶显示值误差满足技术指标要求。

- 通道系数

输入到装置的各交流量通道系数出厂时已调配好，用户不需再调整。

5.3.3 传动试验

当装置检查完毕后可与实际系统配合做传动试验，其目的检查装置与系统接线是否正确、装置工作是否正常。

- 手动合闸检查

断路器在跳闸位置，利用屏上 QK 操作开关、手动放置在合闸位置，此时，断路器动作合闸，面板上合位灯亮。

- 手动跳闸检查

断路器在合闸位置，利用屏上 QK 操作开关、手动放置在跳闸位置，此时，断路器立即跳闸，面板上跳位灯亮。

5.3.4 绝缘性能检验

➢ 每台装置出厂前都做过耐压试验，在现场安装使用前建议不必再做耐压试验、应按要求测定绝缘电阻。

5.3.5 保护装置定值整定

装置经上述检验完毕后，证明保护装置是完好的，在投运前要严格按定值清单及整定原则整定，未投入的保护功能应设为退出，确认无误后打印定值存档。

5.3.6 保护装置定值校验

装置的保护功能及动作逻辑已经过多次考验及测试，现场调试仅需校验保护整定的定值，固定部分的定值无需校验。校验时，只需检验施加的故障量是定值的±2.5%时保护动作正确性即可，其余可由装置保证。

5.4 运行维护

5.4.1 装置投运检查

当装置投入后应对以下项目进行检查：
- ➢ 运行灯均匀闪烁、合位灯亮，其余灯均灭；
- ➢ 检查电压、电流测量值与系统的实际电压、电流值一致；
- ➢ 检查电压、电流的相位关系，判别极性是否正确；
- ➢ 开入状态与实际状态一致；
- ➢ 装置网络地址正确。

5.4.2 动作信息说明

➢ 保护动作

当系统发生故障时，装置动作跳闸并上送故障报告，跳位指示灯亮，应立即通知继保人员前来处理。

装置已经在报告信息/事故报告子目录下生成了一份详细的事故记录，事故记录中的动作信息主要包括：故障类型、故障发生时刻、故障发生时的电压、电流等，注意不要删除该记录。继保人员处理事故时应注意以下事项：不要立即断开装置电源或拔出插件进行检查，不要急于做模拟试验；完整记录装置提供的本次事故报告信息和信号灯动作情况；分析事故产生原因，处理好事故后，按 R 键熄灭相应保护动作信号灯。

➢ 装置异常

装置具备定时自检功能，自检包括运行定值、开出回路、采样回路等，发现异常时会上送告警报告，点亮装置异常灯。装置硬件采用模块化组装，那一个模块发生故障，一般只需更换该模块插件。当发生装置异常时，应立即通知维护人员前来处理，处理方法参见表 5－3。

表 5－3 常见装置故障及处理方法

序号	告警类型	处理办法
1	CPU 自检故障	停机更换 CPU 模块
2	RAM 自检故障	停机更换 CPU 模块
3	NVRAM 自检故障	停机更换 CPU 模块
4	FLASH 自检故障	停机更换 CPU 模块

5	出口自检故障	停机更换 CPU 模块
6	实时时钟自检故障	停机更换 CPU 模块
7	电源自检故障	停机更换 CPU 模块
8	AD 自检故障	停机更换 CPU 模块
9	I^2C 自检故障	停机更换 CPU 模块
10	时钟电池自检故障	停机更换 CPU 板电池
11	LCD 自检故障	停机更换液晶显示模块
12	定值自检故障	需要固化正确定值
13	配置自检故障	固化正确的配置定值
14	软压板错误	需要固化软压板定值
15	逻辑节点状态错误	需要下传配置文件
16	TA 断线	检查外部 TA 回路
17	控制回路断线	检查断路器二次回路

5.4.3 运行中注意事项

- 运行中不允许带电拔插件及触摸装置的带电部分；
- 运行中不允许做保护传动实验等硬件测试；
- 运行中不允许修改定值等重要运行参数操作；
- 运行中可通过 LCD 显示观察输入量的数值及断路器的运行状态；
- 为了对事故的分析，在运行中应记录系统及保护的运行状态。

6 贮存保修

6.1 贮存条件

- 产品应保存在温度为-25℃～70℃，相对湿度不大于 80%，周围不含有碱性、酸性或其他腐蚀性及爆炸性气体的防雨防雪的室内。

6.2 保修条件

- 在用户完全遵守说明书规定的贮存、安装和使用的条件下，产品出厂之日起 2 年内如发生产品损坏，制造厂负责更新或修理。

7 供应成套性

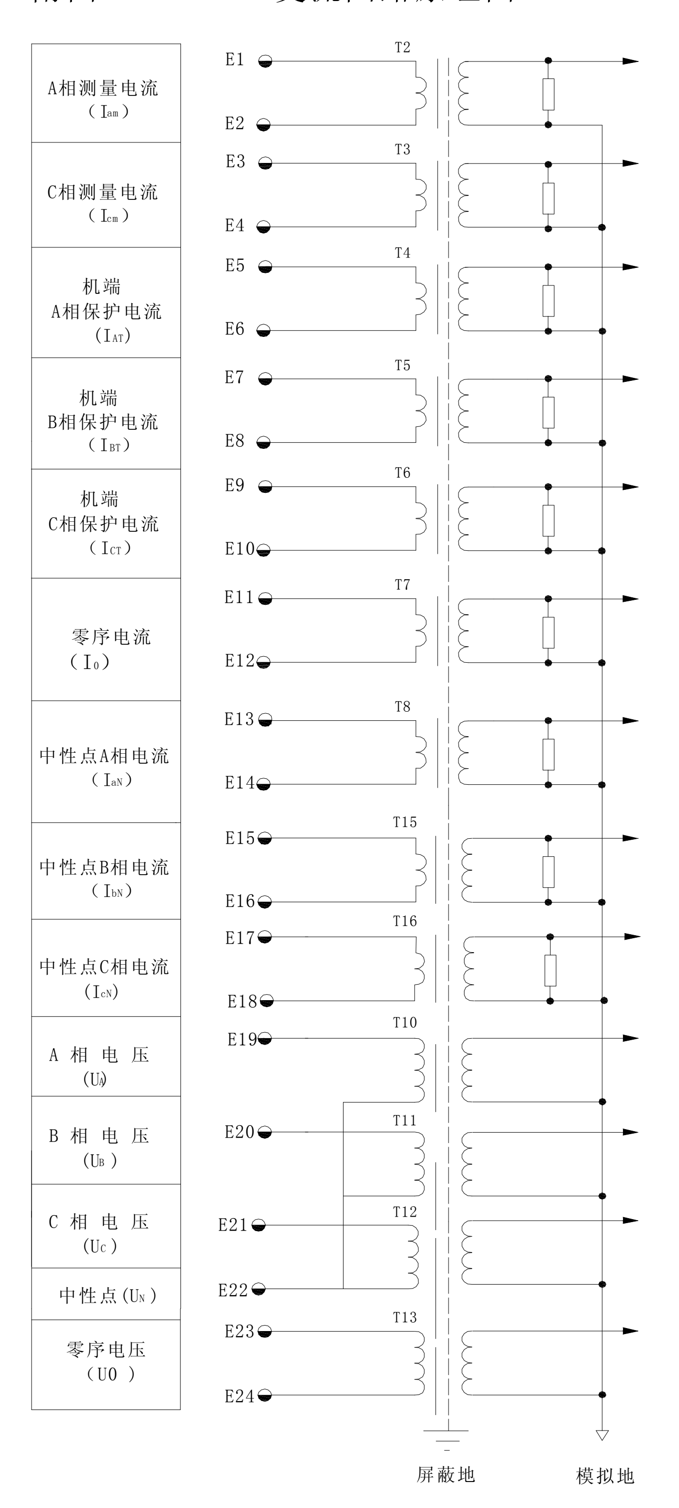
- 随产品供应的文件：产品合格证或产品检验证明书一份。

8 订货须知

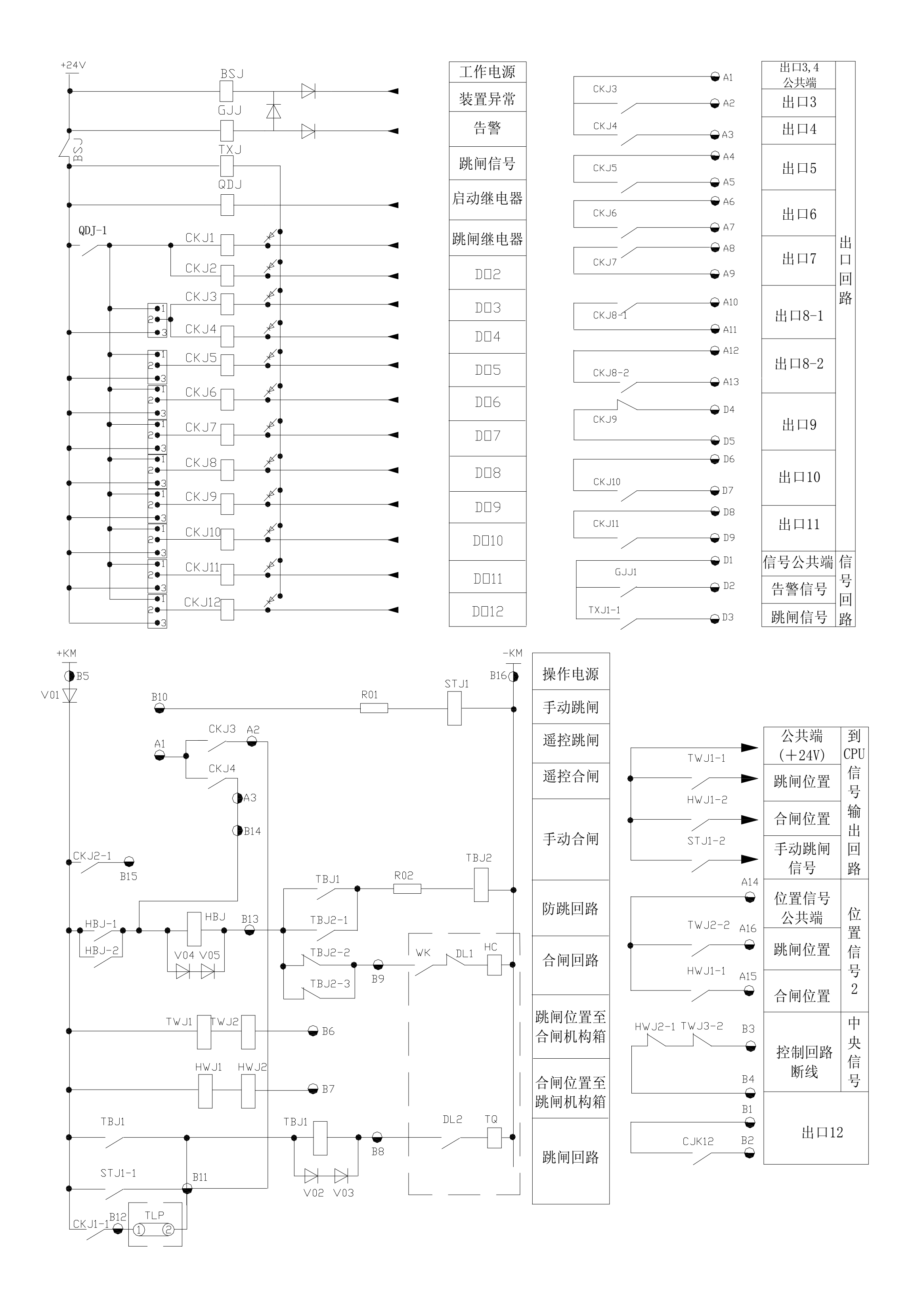
- 产品型号、名称；
- 直流电压额定值；
- 交流电压、电流及频率额定值；
- 特殊的功能及技术要求；
- 订货数量；
- 收货地址。

9 附图

附图1 DSI 5152交流回路原理图



附图2 DSI5152 出口及操作回路原理



附图 3　DSI 5152 端子图

A

	出口3，4公共端	1
	出口3(遥控跳闸)	2
	出口4(遥控合闸)	3
	出口5(备用)	4
		5
	出口6(备用)	6
		7
	出口7	8
		9
	出口8-1	10
		11
	出口8-2	12
		13
	位置信号公共端	14
	合闸位置	15
	跳闸位置	16

C

开入(220V)	信号复归开入	1
	闭锁比率差动	2
	YX3	3
	YX4	4
	YX5	5
	YX6	6
	本体1开入	7
	本体2开入	8
	置电动机运行	9
	热复归	10
	开入公共端（220V0）	11
开入(24V)	投差动保护	12
	投低电压保护	13
	远方/就地开入	14
	时钟同步开入	15
	24V（0）	16

E

测量电流	I_{am}	1	2	I'_{am}
	I_{cm}	3	4	I'_{cm}
机端保护电流	I_{AT}	5	6	I'_{AT}
	I_{BT}	7	8	I'_{BT}
	I_{CT}	9	10	I'_{CT}
零序电流	$3I_0$	11	12	$3I'_0$
中性点保护电流	I_{aN}	13	14	I'_{aN}
	I_{bN}	15	16	I'_{bN}
	I_{cN}	17	18	I'_{cN}
交流电压	U_A	19	20	U_B
	U_C	21	22	U_N
零序电压	U_L	23	24	U_{LN}

以太网	网络接口1
	网络接口2

B

	出口12	1
		2
	控制回路断线信号	3
		4
跳合闸回路	+KM	5
	跳位至合闸机构箱	6
	合位至跳闸机构箱	7
	至跳闸线圈	8
	至合闸线圈	9
	手跳入口	10
	至跳闸联片 跳闸	11
	跳闸入口	12
	手合入口	13
	至合闸联片 合闸	14
	合闸入口	15
	-KM	16

D

	信号公共端	1
	告警信号	2
	跳闸信号	3
	出口9(过热禁止再启动)	4
		5
	出口10	6
		7
	出口11	8
		9
遥信24V	+24V	10
	24V(0)	11
	失电告警信号	12
		13
装置电源	+220V	14
		15
	220V(0)	16



北京天能继保电力科技有限公司
BEIJING SKYPOWER ELECTRIC TECHNOLOGY CO., LTD.

北京总部（研发营销中心）

地址：北京市海淀区上地四街1号院5号楼5层

电话：010–62968699　62967993　62967995

传真：010–62967965　82780776

E-mail: mlnr@263.net

www.mlnr.cn

保定生产基地

保定市朝阳北大街2238号高科产业园一号厂房

电话：0312–3259958

传真：0312–3195918

工程服务部电话：0312–3195905